

# Cerrahi Olmayan Periodontal Tedavinin Tip-2 Diabetes Mellituslu Hastalarda Klinik Parametreler, HbA1c ve IL-1 $\beta$ Seviyesi Üzerine Etkisi

## The Effect of Non-Surgical Periodontal Therapy on Clinical Parameters, Hba1c and Il-1 $\beta$ Level in Type 2 Diabetes Mellitus Patients

Yaprak KALKAN<sup>1</sup>, Merve GÜRSOY<sup>2</sup>, Ulvi Kahraman GÜRSOY<sup>2</sup>, Eija KÖNÖNEN<sup>2</sup>, Başak DOĞAN<sup>1</sup>

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı cerrahi olmayan periodontal tedavinin (COPT) klinik parametreler, glisemik kontrol ve tükürük IL-1 $\beta$  seviyesi üzerine etkisini değerlendirmektir.

**Gereç ve yöntemler:** Çalışmamıza 10 sistemik olarak sağlıklı kronik periodontitisli (KP) ve 10 tip-2 diabetes mellitusu olan kronik periodontitisli (DMKP) birey dahil edildi. Tüm bireylere 4 seansta kök yüzey temizliği ve kök yüzey düzleştirmesini içeren cerrahi olmayan periodontal tedavi (COPT) uygulandı. Plak indeks (Pİ), gingival indeks, sondalama derinliği, sondalamada kanama ve klinik ataşman seviyesi değerleri başlangıçta ve tedavi sonrası 3. ayda ölçüldü. Tükürük örnekleri toplanarak IL-1 $\beta$  seviyeleri analiz edildi. HbA1c testleri başlangıçta ve tedavi sonrası 3. ayda ölçüldü.

**Bulgular:** Tedavi sonrası 3. ayda tüm klinik parametreler, HbA1c ve tükürükte IL-1 $\beta$  seviyesi her iki grupta da anlamlı olarak azaldı ( $p<0.05$ ). Başlangıçta iki grup arasında tüm klinik parametreler benzerdi ( $p>0.05$ ). Tedavi sonrası 3. ayda DMKP grubunda Pİ ve HbA1c seviyesi sistemik olarak sağlıklı KP bireylere göre daha yüksek bulundu ( $p<0.05$ ).

**Sonuç:** COPT'nin, KP ve DMKP bireylerin klinik ve biyokimyasal parametrelerinde iyileşme sağladığı ortaya kondu.

**Anahtar Kelimeler:** Hemoglobin A1c proteini, interleukin 1 beta, kronik periodontitis, tip 2 diabetes mellitus

### Abstract

**Aim:** The aim of this study to evaluate the effect of non-surgical periodontal therapy (NSPT) on clinical parameters, glysemic control and level of salivary IL-1 $\beta$ .

**Material and Methods:** 10 systemically healthy subjects with chronic periodontitis (CP) and 10 chronic periodontitis patients

with diabetes mellitus (DMCP) were included in this study. Non-surgical periodontal therapy including scaling and root planing performed in 4 sessions for all patients. At baseline and 3 months after clinical parameters consisting of plaque index (PI), gingival index, bleeding on probing, probing depth and clinical attachment level were recorded. IL-1 $\beta$  levels were analysed in saliva samples. HbA1c tests were measured at baseline and 3 months after treatment.

**Results:** All clinical parameters, HbA1c and salivary IL-1 $\beta$  levels decreased in both groups 3 months after NSPT ( $p<0.05$ ). All clinical parameters were similar between two groups at baseline ( $p>0.05$ ). Three months after treatment, only PI and HbA1c levels were higher in DMCP group than CP ones ( $p<0.05$ ).

**Conclusion:** NSPT led to clinical and biochemical improvements in CP and DMCP patients.

**Keywords:** Hemoglobin A1c protein, interleukin 1 beta, chronic periodontitis, type 2 diabetes mellitus

### GİRİŞ

Kronik periodontitis (KP), bakteri florasına ve ürünlerine karşı konak immün-enflamatuvar sistemi uyararak karakterize multifaktöriyel etiyolojiye sahip bir hastalıktır (1).

Diabetes mellitus (DM), insülin hormon sekresyonunun ve/veya insülin etkisinin mutlak veya göreceli azlığı sonucu karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında bozukluklara yol açan bir hastalıktır. Kan glukoz seviyesindeki artış sonucu meydana gelen hiperglisemi tablosuyla karakterizedir (2). Hastaların uzun dönem hiperglisemiye maruz kalması nefropati, nöropati, retinopati ve ateroskleroz gibi mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonların gelişmesine neden olmaktadır (3). Bu komplikasyonlara ek olarak periodontitis, 1993 yılında Løe tarafından DM'nin 6. komplikasyonu olarak tanımlanmıştır (4).

DM varlığında periodontal hastalığın şiddeti ve ilerleme hızı artmaktadır (5). Bununla birlikte periodontitis

Başak Doğan (✉), Yaprak Kalkan  
Marmara Üniversitesi Başbüyük Sağlık Yerleşkesi, Dişhekimliği Fakültesi,  
Periodontoloji A.D. Başbüyük Yolu 9/3 34854 Başbüyük / Maltepe /  
İstanbul, Tel: 0533 262 11 70

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Periodontoloji Anabilim  
Dalı, İstanbul, Türkiye

e-mail: basak.dogan@superonline.com

Merve Gürsoy, Kahraman Gürsoy, Eija Könönen

<sup>2</sup>Turku Üniversitesi, Dişhekimliği Enstitüsü, Periodontoloji Anabilim Dalı,  
Turku, Finlandiya

Submitted / Gönderilme: 21.05.2019 Accepted/Kabul: 23.05.2019

varlığında DM'nin kontrolünün zorlaşması nedeniyle DM ile KP arasında çift yönlü etkileşimin varlığından bahsedilmektedir (6-8).

DM, konak immün cevabı değiştirerek, ileri glikozillenmiş son ürünlerinin birikimi ve pro-enflamatuvar sitokinlerin artışı ile periodonsiyumu etkilemektedir (9). Diyabetli hastalarda nötrofil fonksiyonlarında azalmayla birlikte bakteriyel antijenlere karşı monosit ve makrofaj sayılarında artış görülmektedir. Monosit ve makrofajlardaki bu artış proenflamatuvar sitokinlerin fazla miktarda üretilmesine neden olur. Doku yıkımıyla yakından ilişkili olan IL-1 $\beta$ , IL-6 ve TNF- $\alpha$  seviyelerindeki artış, diyabetli bireylerde artmış periodontal doku yıkımını açıklayan olası mekanizmadır (10). IL-1 $\beta$  fibroblastlara bağlanarak bağ dokudaki kolajeni yıkan ve kemik rezorbsiyonunu uyaran kolajenaz enziminin salınımına yol açmaktadır. IL-1 $\beta$  tarafından başlatılan olaylar dizisi ile birlikte osteoklastların düzenlenmesi sonucu periodontal destek dokuların kronik enflamasyonu ve alveol kemiği yıkımı söz konusu olur (11). Aynı zamanda periodontal hastalık varlığında IL-1 $\beta$  gibi proenflamatuvar sitokinlerin artışının glukoz ve lipid metabolizmasını etkileyerek insülin direncine sebep olabileceği düşünülmektedir (6).

DM ve periodontal hastalığın IL-1 $\beta$  seviyesi üzerine etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda sağlıklı bireylere göre KP ve/veya DM'si olan bireylerin IL-1 $\beta$  seviyesinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur (12-16). KP ve DMKP'li bireyler karşılaştırıldığında çelişkili sonuçlar mevcuttur. Çalışmaların bir kısmı bu iki grup arasında IL-1 $\beta$  konsantrasyonunu benzer bulurken (14, 17), diğerleri DM varlığında daha yüksek IL-1 $\beta$  seviyesi tespit etmişlerdir (13, 15, 16). Literatürde cerrahi olmayan periodontal tedaviyi (COPT) takiben IL-1 $\beta$  seviyelerinde (18) azalma gösteren çalışmaların yanı sıra değişimin bulunmadığı çalışmalar da yer almaktadır (19-21).

Avrupa Periodontoloji Derneği'nin 2013 yılında tip-2 DM ve periodontal hastalıklarla ilgili yayınladığı raporda DM tedavisinde hedefin HbA1c seviyesinin azaltılması olduğu belirtilmiştir (22). HbA1c seviyesindeki azalma diyabetik komplikasyonların azalmasıyla ilişkilidir (23). Yapılan meta-analizlerde COPT'nin 3. ayda HbA1c seviyesi üzerinde azaltıcı etkisi olduğu gösterilmiştir (22, 24). Bu etkinin de ikinci bir anti-diyabetik ilacın eklenmesinin verdiği farmakolojik katkıya eş değer olduğu belirtilmiştir (22).

Bu çalışmamızın amacı, KP ve DMKP'li bireylerde COPT'nin klinik parametreler, glisemik kontrol ve tükürük IL-1 $\beta$  seviyesi üzerine etkisini değerlendirmektir.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### Çalışma Grubu

Bu çalışmaya Marmara Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Periodontoloji Anabilim Dalı'na başvuran, yaşları 33-61 arasında değişen (ortalama 46.40 $\pm$ 7.4), KP teşhisi konmuş 10 sistemik olarak sağlıklı (KP) ve 10 diabetes mellituslu (DMKP) toplam 20 gönüllü hasta dahil edildi. Araştırmaya katılan bireylerde son 3 ay içerisinde antibiyotik kullanmamış ve 6 ay içinde periodontal tedavi görmemiş olmalarına dikkat edildi. Bununla birlikte en az 15 doğal dişin olması, majör DM komplikasyonlarının bulunmaması, düzenli steroid, immunosupresif veya non-steroid anti-enflamatuvar ilaç kullanmaması, hamilelik ve laktasyon döneminde bulunmaması ve sigara içmemesi şartları arandı. Araştırma protokolü, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (Protokol kodu:09.2014.0327). Bilgilendirilmiş onam formunu imzalayan hastalar çalışmaya dahil edildi. Tüm hastaların boy ve kiloları tespit edilip, vücut kitle indeksleri (VKİ) hesaplandı.

### Klinik değerlendirme

Bu çalışmaya, en az 3 dişinde  $\geq$ 5 mm sondalama derinliği (SD), sondalamada kanama (SK) ve radyografik kemik kaybının görüldüğü hastalar dahil edildi (25). Her hastada COPT'den önce ve 3 ay sonra, plak indeks (Pİ) (26), gingival indeks (Gİ) (27), SK, sondalama derinliği (SD) ve klinik ataşman seviyesini (KAS) içeren klinik ölçümler 20 yaş dişleri hariç tutularak tüm dişlerin 6 noktasından yapıldı.

### HbA1c

Tüm hastalardan alınan detaylı anamnez ve kullandıkları ilaçlar bilgisi ışığında diyabet durumları hakkında bilgi sahibi olundu. Başlangıçta ve COPT sonrası 3. ayda tüm hastalardan kan testleri istenerek HbA1c seviyeleri değerlendirildi.

### Cerrahi olmayan periodontal tedavi

Araştırmaya dahil edilen tüm hastalara COPT'ye başlamadan 1 hafta önce ağız hijyen eğitimi (AHE) verildi. Her iki gruptaki hastaların COPT'si 4 seansta tamamlandı. Uygulanan COPT kapsamında ilk seansta tüm ağız supragingival diş taşı temizliği sonrası seçilen bir

kadrandan başlanarak lokal anestezi altında subgingival diş taşı temizliği ve kök yüzeyini düzleştirme işlemi yapıldı. Takip eden 3 haftada sırasıyla diğer kadrantlarda da aynı tedavi işlemleri uygulandı ve her seans AHE tekrarlandı.

### Tükürük örneklerinin toplanması

Tükürük örnekleri sabah aç karnına başlangıçta ve tedaviden sonraki 3. ayda toplandı. Tükürük örnekleri toplanırken hastanın tükürüğünü yaklaşık 5 dakika boyunca ağız boşluğunda biriktirmesi ve başını öne eğerek yaklaşık 2 ml tükürüğün doğrudan ve yavaş bir şekilde steril cam behere aktarması istendi. Toplanan bu örnekler mikro pipet yardımıyla steril tüplere aktarıldı. Daha sonra bu örnekler analiz edilecekleri güne kadar – 80°C’de muhafaza edildi.

### Tükürük örneklerinin analizi

Tüm örnekler toplandıktan sonra Finlandiya, Turku Üniversitesi, Diş Hekimliği Enstitüsü, Periodontoloji Anabilim Dalı’na kuru buz içinde yollandı. Örneklerdeki IL-1 $\beta$  seviyesine, Bio-Plex Pro™ kitleri kullanılarak Luminex® x-MAP™ tekniği ile bakıldı.

### İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken istatistiksel analizler için SPSS\* (*Statistical Package for Social Sciences*) programı kullanıldı. Aynı gruba ait tekrarlayan verilerin grup içi değerlendirilmesinde Wilcoxon testi uygulandı. Gruplar arası karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık  $p<0.05$  olarak kabul edildi.

## BULGULAR

### Demografik veriler

Her iki grupta yer alan hastaların yaşları arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmedi ( $p=0.075$ ). VKİ, KP grubunda DMKP grubuna kıyasla daha düşük tespit edildi ( $p=0.035$ ) (Tablo 1).

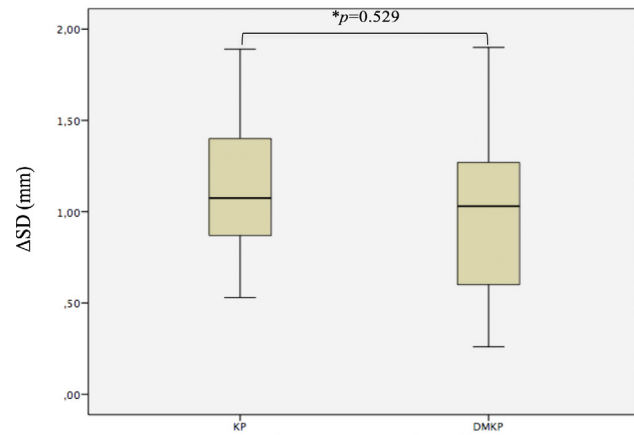
Tablo 1. Demografik veriler

	KP Medyan (Min-Max) Ort±SS	DMKP Medyan (Min-Max) Ort±SS	$p^*$
Yaş	42 (33-56) 43.4±7.39	50 (37-61) 49.4±6.42	0.075
VKİ	24.75 (20.5-33.33) 26.19±3.81	28.57 (25.22-38.56) 30.76±4.95	0.035

\*Mann Whitney-U Testi,  $p<0.05$ , KP: Sistemik olarak sağlıklı kronik periodontitisli hastalar, DMKP: Diabetes mellitusu olan kronik periodontitisli hastalar, Min: Minimum, Max: Maksimum, Ort: Aritmetik ortalama, SS: Standart sapma, VKİ: Vücut kitle indeksi

### Klinik parametreler

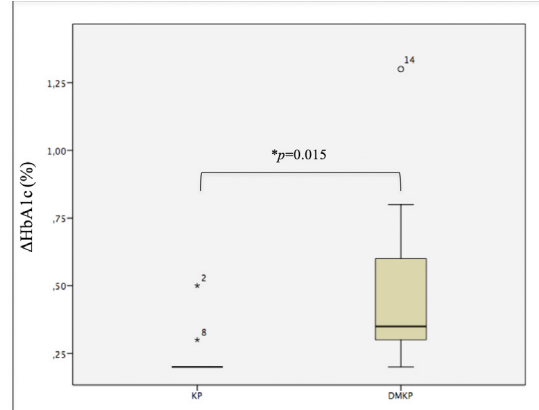
Başlangıçta her iki grupta tüm klinik parametreler benzerdi ( $p>0.05$ ). COPT sonrası 3.ayda klinik parametrelerden sadece Pİ DMKP grubunda daha yüksek tespit edilirken ( $p=0.015$ ), diğer klinik parametrelerde gruplar arası bir fark bulunamadı ( $p>0.05$ ). COPT sonrasında her iki grupta da tüm klinik parametreler başlangıca kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gösterdi ( $p<0.05$ ) (Tablo 2). COPT sonrası SD’de KP grubunda 1,08’lik bir azalma görülürken, DMKP grubunda 1,03 olarak tespit edildi. Gruplar arasında bu azalma miktarında anlamlı bir fark bulunamadı ( $p>0.05$ ) (Şekil 1).



Şekil 1. KP ve DMKP grupları arasında sondalama derinliğindeki azalmanın karşılaştırılması. (\*Mann Whitney U testi,  $p<0,05$ )

### HbA1c seviyesi ve Tükürük IL-1 $\beta$

HbA1c seviyesinin hem başlangıç hem COPT sonrası DMKP grubunda daha yüksek olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Başlangıç ve COPT sonrası tükürük IL-1 $\beta$  seviyesinde gruplar arasında bir farklılık görülmezken ( $p>0.05$ ), COPT sonrası her iki grupta da HbA1c ve tükürük IL-1 $\beta$  seviyeleri başlangıca kıyasla istatistiksel olarak anlamlı azalma gösterdi (Tablo 2). COPT sonrası HbA1c seviyesinde KP grubunda %0.20'lik DMKP grubunda ise %0.35'lik bir azalma görüldü. DMKP grubundaki bu azalmanın istatistiksel olarak KP grubuna kıyasla daha fazla olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ) (Şekil 2).



Şekil 2. KP ve DMKP grupları arasında HbA1c seviyesindeki azalmanın karşılaştırılması. (\*Mann Whitney U testi,  $p<0,05$ )

Tablo 2. Klinik ve biyokimyasal parametreler

	Başlangıç			COPT Sonrası 3.ay			$p^*$	$p^{**}$	$p^{***}$
	KP Medyan (Min-Max) Ort±SS	DMKP Medyan (Min-Max) Ort±SS	$p^*$	KP Medyan (Min-Max) Ort±SS	DMKP Medyan (Min-Max) Ort±SS	$p^{**}$			
Pi	1.42 (1.04-2.34) 1.48±0.41	1.67 (1.13-14) 2.82±3.94	0.13	0.31 (0.14-0.4) 0.28±0.08	0.41 (0.3-0.53) 0.40±0.09		<b>0.015</b>	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
Gi	1.71 (1.2-2.1) 1.66±0.28	1.75 (1.13-2.11) 1.71±0.29	0.739	0.37 (0.2-0.82) 0.39±0.19	0.32 (0.2-0.9) 0.48±0.26		0.631	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
BOP	70.35 (34-96.7) 69.53±18.12	68.55 (0.84-96) 62.92±29.17	0.739	8.3 (4.3-33) 12.02±8.90	13.7 (6.6-50) 21.43±16		0.123	<b>0.005</b>	<b>0.022</b>
PD	3.71 (2.93-5.1) 3.81±0.70	3.45 (2.87-4.5) 3.51±0.52	0.315	2.62 (1.93-3.4) 2.67±0.47	2.52 (1.85-3.2) 2.54±0.38		0.579	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
CAL	4.15 (3.41-6) 4.35±0.83	4.10 (3.5-6.34) 4.28±0.88	0.853	3 (2.21-4.82) 3.27±0.80	3.45 (2.70-5.33) 3.52±0.72		0.315	<b>0.005</b>	<b>0.005</b>
HbA1c	5.7 (4.9-6.1) 5.64±0.39	7.7 (6.2-11.6) 7.95±1.52	<b>0.0001</b>	5.45 (4.7-5.8) 5.4±0.36	7.15 (6-10.8) 7.46±1.39		<b>0.0001</b>	<b>0.003</b>	<b>0.005</b>
IL-1 $\beta$	614.6 (485.53-670.24) 600.62±58.57	621.61 (500.26-647) 607.74±42.31	0.853	555.31 (414.28-717.95) 558.86±80.61	548.62 (117.9-622.58) 479.23±164.10		0.529	<b>0.022</b>	<b>0.017</b>

\*Mann Whitney-U Testi.  $p^*$ : gruplararası verilerin karşılaştırılması. \*\*, \*\*\*: Wilcoxon Signed Testi.  $p^{**}$ : KP grubunda başlangıçla 3. ay verilerin grup içi karşılaştırması.  $p^{***}$ : DMKP grubunda başlangıçla 3. ay verilerin grup içi karşılaştırması

### TARTIŞMA

Periodontal sağlıkta mikrobiyal saldırı ile koruyucu konak faktörleri arasında yer alan denge; sistemik, çevresel ve genetik faktörlerin varlığından etkilenmektedir (28). Kompleks bir metabolik sendrom olan DM'nin görülme sıklığı dünya çapında artmakta ve major komplikasyonları nedeniyle hayat kalitesini ve süresini etkilemektedir.

Serumda artan glikoz konsantrasyonu insülin direnciyle birlikte oral mukozal dokularda artmış enflamatuvar cevaba neden olabilmektedir. Bu durum, özellikle periodontal sağlığı bozmakta veya var olan periodontitisin ilerlemesine yola açabilmektedir (22, 28). Bununla birlikte damarsal değişikliklerden dolayı DM'li hastalar enfeksiyona karşı daha fazla risk taşımakta ve tedaviye verdikleri cevap zayıf olabilmektedir (22).

Çalışmamızda her iki grupta da COPT sonrası tüm klinik parametrelerde anlamlı azalma tespit edildi ( $p<0.05$ ). Literatürle uyumlu olarak SD’de her iki grupta da %30’luk azalma görüldü (20, 29). Başlangıçta her iki grup arasında herhangi bir klinik parametrede fark bulunmazken ( $p>0.05$ ), COPT sonrası Pİ’nin, DMKP grubunda KP grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Ancak her iki grubunda Pİ değerlerinin 0.5’in altında olması hastaların ağız hijyenini sağladıklarını göstermektedir. Tedavi etkinliğinin klinik olarak değerlendirdiği çalışmalarda da tedavi sonrası DMKP ve KP gruplarında Pİ<1 olarak tespit edilmiştir (18, 30, 31).

Literatürde DM’li bireylerde periodontal tedavinin metabolik kontrol üzerindeki etkisine yönelik çelişkili veriler mevcuttur. Bazı çalışmalar COPT’nin HbA1c seviyesini düşürdüğünü (18, 31-33), diğer araştırmalar ise seviyesinde bir farklılık yaratmadığını ortaya koymuşlardır (17, 30, 31, 34-40). Bu çalışmalara yönelik yapılan meta analiz sonucunda COPT sonrasında HbA1c seviyesinde %0.36’lık bir iyileşmenin olduğu gösterilmiştir (24). Çalışmamızda bu bulguyla uyumlu olarak DMKP grubunda COPT sonrası HbA1c seviyesinde % 0.35’lik bir düşüş tespit edildi. Yapılan bir meta analizde başlangıç HbA1c seviyesi kötüleştikçe COPT sonrası HbA1c seviyelerinde daha fazla azalmanın meydana geldiği belirtilmiştir (41). Çalışmamızda DMKP grubunda başlangıç HbA1c seviyesi %7.7 olarak tespit edildi ve bu gruptaki bireyler ayrı ayrı değerlendirildiğinde kötü glisemik kontrole ( $\geq 7$ ) sahip kişilerin oranının oldukça yüksek olduğu görüldü (%80).

Günümüzde periodontal hastalıkların teşhisinde kullanılan DOS, ileri dönemlerde periodontal yıkım riski bulunan bölgelerin ve hastaların tayininde sınırlı bilgi vermektedir. Bununla birlikte DOS hacminin hem çok az miktarda hem de çok değişken olması sebebiyle yeterli örnek toplanması ve moleküllerin bu sınırlı miktardaki örnekte tespiti zorlaşmaktadır (42). Tükürüğün non-invaziv ve stressiz alınması diğer vücut sıvılarının tanı değerlerine alternatif olarak araştırmacıların dikkatini üzerine çekmiştir (43, 44). KP ile artmış IL-1 $\beta$  seviyesi arasındaki ilişki DOS’ta net olarak ortaya konmuştur (10, 12, 13, 17, 18, 45). Ancak tükürükte IL-1 $\beta$  seviyesinin araştırıldığı tek bir çalışma mevcuttur (14). Bu sebeple çalışmamızda IL-1 $\beta$  seviyesini tükürük örneklerinde araştırdık.

DM ve periodontitis gibi kronik enflamatuvar durumların varlığında DOS’ta IL-1 $\beta$  seviyesinin sağlıklı bireylerle kıyasla yüksek olduğu gözlenmiştir (10, 12-14, 19). KP ve DMKP gruplarının tükürük IL-1 $\beta$  seviyesi tüm ölçüm

dönemlerinde benzer tespit edildi ( $p>0.05$ ). Literatürde yer alan tek tükürük çalışmasında IL-1 $\beta$  seviyesi çalışmamızla uyumlu olarak gruplar arasında benzer tespit edilmiştir (14).

COPT sonrası DMKP ve KP gruplarının tükürük IL-1 $\beta$  seviyesinde azalma meydana geldi ( $p<0.05$ ). Çalışmamızın sonuçları Navarro-Sanchez ve ark.’nın DOS’ta yapmış oldukları çalışmayla benzerlik göstermektedir (18). Elde ettiğimiz sonuçlar tükürük IL-1 $\beta$  seviyesinin periodontal kaynaklı enfeksiyonun ortadan kaldırılmasıyla DM’den bağımsız olarak azalma gösterdiğini ve temelde periodontitisin tükürük IL-1 $\beta$  seviyesi üzerine etkisi olduğunu düşündürmektedir.

Sonuç olarak, çalışmamızda tedavi sonrası hem klinik hem biyokimyasal parametrelerde belirgin bir iyileşme sağlandı. Sınırlı bireyin dahil edildiği çalışmamızın bulgularına dayanarak, enflamatuvar süreçte tükürük IL-1 $\beta$ ’nin önemli bir rol oynayabileceği ortaya konmuştur. Bu bulgunun daha fazla bireyin dahil edildiği çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç vardır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından SAG-C-DRP-100216-0041 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Page RC: The role of inflammatory mediators in the pathogenesis of periodontal disease. J Periodontol Res 1991, 26;3 Pt 2:230-242.
2. American Diabetes Association: 2. Classification and Diagnosis of Diabetes. Diabetes Care 2017, 40;Suppl 1:S11-S24.
3. American Diabetes Association: 2. Classification and Diagnosis of Diabetes. Diabetes Care 2016, 39 Suppl 1:S13-22.
4. Loe H: Periodontal disease. The sixth complication of diabetes mellitus. Diabetes Care 1993, 16;1:329-334.
5. Gursoy UK, Yildiz Ciftlikli S, Kononen E, Gursoy M, Dogan B: Salivary interleukin-17 and tumor necrosis factor-alpha in relation to periodontitis and glycemic status in type 2 diabetes mellitus. J Diabetes 2015, 7;5:681-688.
6. Grossi SG, Genco RJ: Periodontal disease and diabetes mellitus: a two-way relationship. Ann Periodontol 1998, 3;1:51-61.
7. Mealey BL, Oates TW, American Academy of P: Diabetes mellitus and periodontal diseases. J Periodontol 2006, 77;8:1289-1303.

8. Preshaw PM, Bissett SM: Periodontitis: oral complication of diabetes. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2013, 42;4:849-867.
9. Taylor JJ, Preshaw PM, Lalla E: A review of the evidence for pathogenic mechanisms that may link periodontitis and diabetes. *J Clin Periodontol* 2013, 40 Suppl 14:S113-134.
10. Salvi GE, Collins JG, Yalda B, Arnold RR, Lang NP, Offenbacher S: Monocytic TNF alpha secretion patterns in IDDM patients with periodontal diseases. *J Clin Periodontol* 1997, 24;1:8-16.
11. Graves DT, Cochran D: The contribution of interleukin-1 and tumor necrosis factor to periodontal tissue destruction. *J Periodontol* 2003, 74;3:391-401.
12. Cutler CW, Machen RL, Jotwani R, Iacopino AM: Heightened gingival inflammation and attachment loss in type 2 diabetics with hyperlipidemia. *J Periodontol* 1999, 70;11:1313-1321.
13. Bulut U, Develioglu H, Taner IL, Berker E: Interleukin-1 beta levels in gingival crevicular fluid in type 2 diabetes mellitus and adult periodontitis. *J Oral Sci* 2001, 43;3:171-177.
14. Yoon AJ, Cheng B, Philipone E, Turner R, Lamster IB: Inflammatory biomarkers in saliva: assessing the strength of association of diabetes mellitus and periodontal status with the oral inflammatory burden. *J Clin Periodontol* 2012, 39;5:434-440.
15. Salvi GE, Yalda B, Collins JG, Jones BH, Smith FW, Arnold RR, Offenbacher S: Inflammatory mediator response as a potential risk marker for periodontal diseases in insulin-dependent diabetes mellitus patients. *J Periodontol* 1997, 68;2:127-135.
16. Salvi GE, Beck JD, Offenbacher S: PGE2, IL-1 beta, and TNF-alpha responses in diabetics as modifiers of periodontal disease expression. *Ann Periodontol* 1998, 3;1:40-50.
17. Kardesler L, Buduneli N, Biyikoglu B, Cetinkalp S, Kutukculer N: Gingival crevicular fluid PGE2, IL-1beta, t-PA, PAI-2 levels in type 2 diabetes and relationship with periodontal disease. *Clin Biochem* 2008, 41;10-11:863-868.
18. Navarro-Sanchez AB, Faria-Almeida R, Bascones-Martinez A: Effect of non-surgical periodontal therapy on clinical and immunological response and glycaemic control in type 2 diabetic patients with moderate periodontitis. *J Clin Periodontol* 2007, 34;10:835-843.
19. Engebretson SP, Grbic JT, Singer R, Lamster IB: GCF IL-1beta profiles in periodontal disease. *J Clin Periodontol* 2002, 29;1:48-53.
20. O'Connell PA, Taba M, Nomizo A, Foss Freitas MC, Suaid FA, Uyemura SA, Trevisan GL, Novaes AB, Souza SL, Palioto DB *et al*: Effects of periodontal therapy on glycemic control and inflammatory markers. *J Periodontol* 2008, 79;5:774-783.
21. Auyeung L, Wang PW, Lin RT, Hsieh CJ, Lee PY, Zhuang RY, Chang HW: Evaluation of periodontal status and effectiveness of non-surgical treatment in patients with type 2 diabetes mellitus in Taiwan for a 1-year period. *J Periodontol* 2012, 83;5:621-628.
22. Chapple IL, Genco R, working group 2 of the joint EFPAAPw: Diabetes and periodontal diseases: consensus report of the Joint EFP/AAP Workshop on Periodontitis and Systemic Diseases. *J Periodontol* 2013, 84;4 Suppl:S106-112.
23. Stratton IM, Adler AI, Neil HA, Matthews DR, Manley SE, Cull CA, Hadden D, Turner RC, Holman RR: Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study. *BMJ* 2000, 321;7258:405-412.
24. Engebretson S, Kocher T: Evidence that periodontal treatment improves diabetes outcomes: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol* 2013, 84;4 Suppl:S153-169.
25. Gokhale NH, Acharya AB, Patil VS, Trivedi DJ, Setty S, Thakur SL: Resistin levels in gingival crevicular fluid of patients with chronic periodontitis and type 2 diabetes mellitus. *J Periodontol* 2014, 85;4:610-617.
26. Silness J, Loe H: Periodontal Disease in Pregnancy. II. Correlation between Oral Hygiene and Periodontal Condition. *Acta Odontol Scand* 1964, 22:121-135.
27. Loe H, Silness J: Periodontal Disease in Pregnancy. I. Prevalence and Severity. *Acta Odontol Scand* 1963, 21:533-551.
28. Corbet EF, Leung WK: Epidemiology of periodontitis in the Asia and Oceania regions. *Periodontol* 2000 2011, 56;1:25-64.
29. Rodrigues DC, Taba MJ, Novaes AB, Souza SL, Grisi MF: Effect of non-surgical periodontal therapy on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Periodontol* 2003, 74;9:1361-1367.
30. Dag A, Firat ET, Arikan S, Kadiroglu AK, Kaplan A: The effect of periodontal therapy on serum TNF-alpha and HbA1c levels in type 2 diabetic patients. *Aust Dent J* 2009, 54;1:17-22.
31. Kudva P, Tabasum ST, Garg N: Evaluation of clinical and metabolic changes after non surgical periodontal treatment of type 2 diabetes mellitus patients: A clinico biochemical study. *J Indian Soc Periodontol* 2010, 14;4:257-262.
32. Stewart JE, Wager KA, Friedlander AH, Zadeh HH: The effect of periodontal treatment on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Clin Periodontol* 2001, 28;4:306-310.
33. Koromantzos PA, Makrilakis K, Dereka X, Offenbacher S, Katsilambros N, Vrotsos IA, Madianos PN: Effect of non-surgical periodontal therapy on C-reactive protein, oxidative stress, and matrix metalloproteinase (MMP)-9 and MMP-2 levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled study. *J Periodontol* 2012, 83;1:3-10.
34. Kardesler L, Buduneli N, Cetinkalp S, Lappin D, Kinane DF: Gingival crevicular fluid IL-6, tPA, PAI-2, albumin levels following initial periodontal treatment in chronic periodontitis patients with or without type 2 diabetes. *Inflammation research : official journal of the European Histamine Research Society [et al]* 2011, 60;2:143-151.
35. Moeintaghavi A, Arab HR, Bozorgnia Y, Kianoush K, Alizadeh M: Non-surgical periodontal therapy affects metabolic control in diabetics: a randomized controlled clinical trial. *Aust Dent J* 2012, 57;1:31-37.
36. Goel K, Pradhan S, Bhattarai MD: Effects of nonsurgical periodontal therapy in patients with moderately controlled

- type 2 diabetes mellitus and chronic periodontitis in Nepalese population. *Clin Cosmet Investig Dent* 2017, 9:73-80.
37. Mammen J, Vadakkekuttical RJ, George JM, Kaziyarakath JA, Radhakrishnan C: Effect of non-surgical periodontal therapy on insulin resistance in patients with type II diabetes mellitus and chronic periodontitis, as assessed by C-peptide and the Homeostasis Assessment Index. *J Investig Clin Dent* 2017, 8;3.
  38. Perayil J, Suresh N, Fenol A, Vyloppillil R, Bhaskar A, Menon S: Comparison of glycated hemoglobin levels in individuals without diabetes and with and without periodontitis before and after non-surgical periodontal therapy. *J Periodontol* 2014, 85;12:1658-1666.
  39. Raman RP, Taiyeb-Ali TB, Chan SP, Chinna K, Vaithilingam RD: Effect of nonsurgical periodontal therapy verses oral hygiene instructions on type 2 diabetes subjects with chronic periodontitis: a randomised clinical trial. *BMC Oral Health* 2014, 14:79.
  40. Calabrese N, D'Aiuto F, Calabrese A, Patel K, Calabrese G, Massi-Benedetti M: Effects of periodontal therapy on glucose management in people with diabetes mellitus. *Diabetes Metab* 2011, 37;5:456-459.
  41. Botoero JE, Rodriguez C, Agudelo-Suarez AA: Periodontal treatment and glycaemic control in patients with diabetes and periodontitis: an umbrella review. *Aust Dent J* 2016, 61;2:134-148.
  42. Haytaç MC, Özçelik O: Tükürük, Kan ve Ürünleri, Dişeti Oluğu Sıvısı ve Peri-İmplant Oluğu Sıvısı: Teşhis ve Tedavideki Önemi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci (Special Topics)* 2014, 5;1:9-12.
  43. Gursoy UK, Kononen E: Editorial: Use of Saliva in Diagnosis of Periodontitis: Cumulative Use of Bacterial and Host-Derived Biomarkers. *Front Cell Infect Microbiol* 2016, 6:196.
  44. Groschl M: The physiological role of hormones in saliva. *Bioessays* 2009, 31;8:843-852.
  45. Akram Z, Abduljabbar T, Abu Hassan MI, Javed F, Vohra F: Cytokine Profile in Chronic Periodontitis Patients with and without Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dis Markers* 2016, 2016:4801418.

# Effects of Different Er:YAG Laser Parameters on Debonding Forces of Lithium Disilicate Veneers: A Pilot Study

## Farklı Er: YAG Lazer Parametrelerinin Lityum Disilikat Venerlerin Çıkarılma Kuvvetlerine Etkisi: Pilot Çalışma

Rifat GOZNELİ<sup>1</sup>, Merve KARAGOZ-YILDIRAK<sup>2</sup>, Sinem OK-TOKAC<sup>3</sup>, Yasemin OZKAN<sup>4</sup>

### Abstract

**Objectives:** The aim of this study was to investigate the effects of different Er:YAG laser application parameters on shear bond strength values of all-ceramic restorations cemented to different tooth surfaces.

**Materials and Methods:** Thirty lithium disilicate ceramic disc specimens (thickness of 1 mm and diameter of 3 mm) were fabricated and cemented by using a dual-cure resin cement to 30 non-carious, extracted mandibular incisors, which were divided into 2 as; tooth reduction on enamel and on dentin. Six test groups (n=5) were designed according to the application method; 1st group on enamel and without laser application, 2nd group on dentin and without laser application, 3rd group on enamel and laser applied (600mJ, 2 Hz), 4th group on dentin and laser applied (600mJ, 2 Hz), 5th group on enamel and laser applied (165mJ, 30 Hz), 6th group on dentin and laser applied (165mJ, 30 Hz). The Er:YAG laser was applied on each specimen for 3 seconds. After the laser application, all groups were subjected to shear bond strength test until fracture. The failure modes were also examined. The data were statistically analyzed by using one-way ANOVA and post hoc T-test at a 0.05 level of significance.

**Results:** According to one-way ANOVA test, there was statistically significant differences between the groups (p<0.05). Post hoc T-test revealed no statistically significant difference only

between the groups 2 and 5. The mean shear bond strength of the specimens of group 1 was statistically higher than that of all the other groups (p<0.001).

**Conclusion:** Er:YAG laser-irradiation is a successful and effective application in removing ceramic veneers. When the depth of the tooth reduction amount increases, parameters such as; the frequency and energy of the laser application can be reduced for restorations with the same thicknesses.

**Keywords:** *Er:YAG laser; ceramic veneer; shear bond strength.*

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, farklı Er: YAG lazer parametrelerinin, farklı diş yüzeylerine simante edilmiş tam seramik restorasyonlarda makaslama bağlanma dayanımı değerlerine etkisini araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntemler:** Otuz adet lityum disilikat seramik disk (1 mm kalınlık ve 3 mm çapında) üretildi ve labial yüzeylerinde mine ve dentin seviyesinde diş preparasyonu yapılan 30 adet çekilmiş çürüksüz alt kesici dişe simante edildi. Uygulama yöntemine göre 6 test grubu tasarlanmıştır (n=5); 1. grup mine yüzeyinde ve lazer uygulanmamış, 2. grup dentin yüzeyinde ve lazer uygulanmamış, 3. grup mine yüzeyinde ve Er: YAG lazer (600mJ, 2 Hz) uygulanan, 4. grup dentin yüzeyinde ve Er: YAG lazer (600mJ, 2 Hz) uygulanan, 5. Grup mine yüzeyinde ve Er: YAG lazer (165mJ, 30 Hz) uygulanan, 6. grup dentin yüzeyinde ve Er: YAG lazer (165mJ, 30 Hz) uygulanan. Er: YAG lazer her örneğe 3 saniye boyunca uygulandı. Lazer uygulama işleminden sonra, tüm gruplar kopma oluşana kadar makaslama bağlanma dayanımı testine tabi tutuldu. Numunelerin kopma paternleri incelendi. Elde edilen veriler istatistiksel olarak tek yönlü ANOVA ve post-hoc T-test kullanılarak 0.05 anlamlılık düzeyinde analiz edildi.

**Bulgular:** Tek yönlü ANOVA testi sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir (p<0.05). Post hoc T-testine göre sadece 2. ve 5. gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını görülmüştür. Grup 1'deki örneklerin ortalama makaslama bağlanma dayanımı değerleri, diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (p<0.001).

**Sonuç:** Er: YAG lazer seramik venerlerin çıkarılmasında başarılı ve etkili bir uygulamadır. Aynı kalınlıktaki restorasyonlar için, diş preparasyon derinliği arttıkça, lazer uygulama frekansı ve enerjisi gibi parametreler azaltılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Er:YAG lazer; seramik vener; makaslama bağlanma dayanımı.*

Rifat Gozneli (✉)

<sup>1</sup> Associate Professor, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Marmara University, Istanbul, Turkey.

Phone: +90 216.421.0613 Fax: +90 216.421.0291

e-mail: rifat.gozneli@marmara.edu.tr

Merve Karagoz-Yildirak

<sup>2</sup> Research Assistant, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Marmara University, Istanbul, Turkey. ORCID: 0000-0001-6974-1534

Sinem Ok-Tokac

<sup>3</sup> Dr, Private clinic, Fulya Mah., Polat Residance 12/411, Şişli, Istanbul, Turkey. ORCID: 0000-0002-8635-7611

Yasemin Ozkan

<sup>4</sup> Professor, Dean, Faculty of Dentistry, Marmara University, Istanbul, Turkey.

Submitted / Gönderilme: 23.01.2019

Accepted/Kabul: 14.05.2019



## Introduction

Nowadays, all-ceramic materials have been developed to maintain sufficient aesthetics and strength at the same time (1). Especially, the lithium disilicate glass-matrix ceramics, which have improved properties such as relatively high strength, translucency, biocompatibility, and adhesive bonding ability, are widely used in different types of restorations (laminare veneers, inlays, onlays, crowns, and 3-unit anterior fixed partial dentures) (2). By luting with resin cements, this kind of glass-matrix ceramics have sufficient structural durability, fracture resistance and color harmony. Resin cements have many advantages like; presenting low dissolution in saliva, providing high bond strength, increasing the fracture resistance of the all-ceramic restoration, having different color options and providing advanced aesthetics for final restoration. Besides these advantages, one of the major disadvantages of such adhesively luted ceramics is that the challenging removal procedure and it is almost impossible to remove the resin bonded all-ceramic restoration in one piece by the conventional removal techniques (1).

The removal of most kinds of fixed partial dentures or crown restorations are made by using crown remover instruments. But, this kind of instruments do not work for removing resin bonded all-ceramic restorations. The conventional removal method for resin bonded ceramic restorations mostly performed by grinding the restoration with rotary burs because of high bond strength of resin cement both to the tooth structure and ceramic material (3). However, it is relatively; uncomfortable for patient, time-consuming, also having some risk about damaging the underlying tooth structure because of the lack of color contrast among the ceramic–cement–tooth interfaces. In addition, loss of restoration integrity prevents the reuse of the restoration, which could be desirable in case of the misalignment of the restoration during cementation or unexpected early inflammatory pulpal responses (1,4). To eliminate the disadvantages of conventional removal method, the use of laser debonding techniques was recently introduced as an alternative, more comfortable, safe, and conservative restoration removal method (4).

The use of lasers in dentistry for debonding the orthodontic brackets (5,6) and porcelain veneers has been documented in recent years (7). For this purpose, several lasers such as CO<sub>2</sub> (8), Nd:YAG (9), diode (10), ytterbium fiber (11) and Er:YAG (12) lasers were used and evaluated in many studies (4). There are few reports in the

literature, which performed using Er:YAG (2940 nm) lasers (1,3,4,6,9,12-16). The Er:YAG laser is highly absorbed in resin materials, so that it is an effective technique for the removal of composite resin fillings (4). Results of all experimental (6,7,13-15) and clinical (16-20) studies showed that erbium lasers are effective in reducing the shear bond strength of all-ceramic restorations, resulting in an easy removal of the restorations with none or minimal damage to teeth or ceramic surfaces (21).

It has already been known that lasers' energy transmission changes according to the dental ceramic type. For instance, a lithium disilicate veneer fabricated in 0.5 mm thickness presents higher transmission ratio than a feldspathic ceramic in 1 mm thickness (3,21). Several studies evaluated the efficiency of this technique in debonding of ceramics by using different parameters as laser energy, frequency, and application time (13-15). The aim of this study was to investigate the effects of different Er:YAG laser application parameters (particularly; energy and frequency) on debonding strength values of lithium disilicate restorations cemented to different tooth surfaces. The null hypothesis of this study was that the higher power parameters would provide lower shear bond strength values for samples both cemented on enamel and dentin surface.

## Materials and Methods

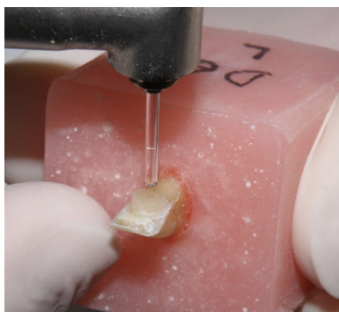
Thirty non-carious, mandibular incisors extracted for periodontal reasons were cleaned of soft tissue debris and stored in 0.1% thymol solution until use. After retentive metal rings were placed thorough the prepared hole at the root region to get retention, all incisor samples were embedded in self-cure acrylic resin; labial surface perpendicular to horizontal plane. The tooth reductions were made by using a parallel-sided diamond bur with a high-speed handpiece which was placed on a surveyor (KaVo EWL Typ 990; Kavo Elektrotechnisches Werk GmbH, Leutkirch im Allgau, Germany) that provided parallelism between the bur and the tooth surface to make a standard reduction. Labial surfaces of the teeth were initially prepared by placing depth-orientation grooves (15 tooth surface for enamel 0.3 mm in depth and 15 tooth surfaces for dentin 1mm in depth) with a depth preparation bur. Then, the samples were prepared without exceeding the depth-orientation grooves to provide a flat enamel and dentin surface area. Finally, the prepared labial surfaces were polished using a 600-grid silicon carbide paper disc on a polishing machine to obtain a standardized

flat surface for bonding procedures. Thirty lithium disilicate (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) disc specimens (thickness of 1 mm and diameter of 3 mm) were fabricated according to the manufacturers' instructions and were cemented on prepared tooth surface by using dual-cure resin cement (Variolink N; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). All specimens were divided into 6 groups (n=5); 1st group on enamel surface and without laser application, 2nd group on dentin surface and without laser application, 3rd group on enamel surface and laser applied (600mJ, 2 Hz), 4th group on dentin surface and laser applied (600mJ, 2 Hz), 5th group on enamel surface and laser applied (165mJ, 30 Hz), 6th group on dentin surface and laser applied (165mJ, 30 Hz) (Table 1).

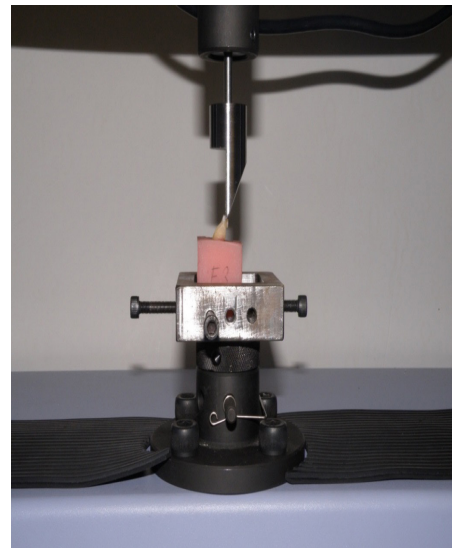
**Table 1.** Distribution of study groups.

Groups		Application
Control E	CE	On enamel without laser
Control D	CD	On dentine without laser
Laser 1E	L1E	On enamel with 1.2 W power
Laser 1D	L1D	On dentine with 1.2 W power
Laser 2E	L2E	On enamel with 4.95 W power
Laser 2D	L2D	On dentine with 4.95 W power

After the cemented in first and second group samples were stored in distilled water at 37°C for 24 hours, their shear bond strength were measured by using a Universal testing machine (AG-5 kNG; Shimadzu, Tokyo, Japan) with a crosshead speed of 0.5mm/min. Er:YAG laser was applied on specimens of group L1E and L1D for 3 second pulse durations at 1.2W (600mJ, 2 Hz) of power. Er:YAG laser was applied on specimens of group L2E and L2D for 3 second pulse durations at 4.95W (165mJ, 30 Hz) of power. The application mode of Er:YAG laser was contact type and used at a 2-3 mm distance from ceramic discs with water/air cooling (1:1 of ratio) (Fig 1). After the laser application, shear bond strength was measured by using a universal testing machine (AG-5 kNG; Shimadzu, Tokyo, Japan) with a crosshead speed of 0.5 mm/min (Fig 2).

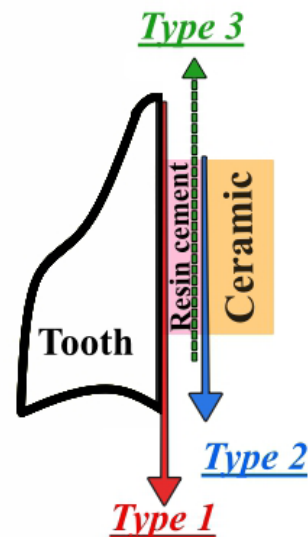


**Fig 1.** The contact type Er:YAG laser handpiece in situ.



**Fig 2.** The shear bond strength test made by using a universal testing machine.

The debonded samples were examined under a stereomicroscope (Leica MZ 75; Leica Microsystems, Bensheim, Germany) under ×40 magnification. The bond failure modes were classified according to the modified criteria into 3 types. Type1: Adhesive failure between the internal surface of the veneer and the luting resin cement, when most of resin remained on tooth surface. Type2: Adhesive failure between the luting resin cement and the tooth surface, when most of resin remained on the internal surface of the veneer. Type3: Cohesive failure within resin cement (Fig 3).



**Fig 3.** The schematic view of failure modes.

All statistical analysis were performed by using IBM SPSS V23 (Chicago, IL, USA). In addition to calculation of the mean value and the standard deviation, one-way ANOVA test was used to examine the shear bond strength values of the groups. Statistically significant differences between the groups were evaluated with post hoc T-test at a 0.05 level of significance.

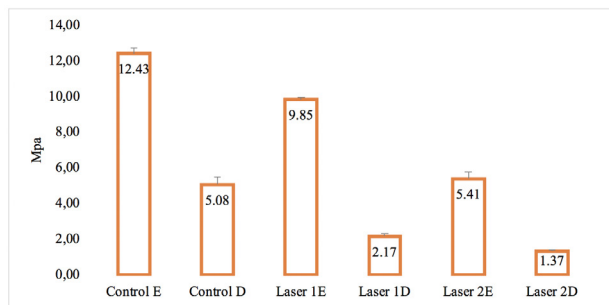
### Results

The mean values of shear bond strength (in MPa) and the respective standard deviation values are shown in Table 2. According to one-way ANOVA test, there was statistically significant differences between the groups ( $p < 0.05$ ). Post hoc T-test revealed statistically significant differences between most of the groups, while there was no between the groups CD and L2E (Fig 4). The mean shear bond strength of the specimens of group CE was statistically higher than that of all the other groups ( $p < 0.001$ ). The mean shear bond strength of laser-irradiated groups were significantly and dramatically reduced when compared with the control groups (CE with L1E and L2E, CD with L1D and L2D). The laser application and increasing laser power parameter processes made a statistically significant influence on the shear bond strength of the tested specimens.

**Table 2.** Statistical differences between groups

Groups	Mean ± Standard Deviation (Mpa)	p
CE	12.43 ± 0.30 <sup>a</sup>	<0.001
CD	5.08 ± 0.45 <sup>b</sup>	
L1E	9.85 ± 0.13 <sup>c</sup>	
L1D	2.17 ± 0.16 <sup>d</sup>	
L2E	5.41 ± 0.38 <sup>b</sup>	
L2D	1.37 ± 0.03 <sup>c</sup>	

(<sup>a-c</sup>) The groups signed with the same letter have no statistically significant difference



\*No statistical differences were found in between ( $p < 0.05$ )

Fig 4. Graphical view of shear bond strength values in each groups (in MPa)

Table 3 shows the frequency distribution of failure modes for each group. While the specimens of control groups showed type 2 and type 3 failure modes, type 1 failure mode was observed in all of the laser-irradiated groups. None of the specimens showed type 2 and type 3 failure modes in laser-irradiated groups.

**Table 3.** Frequency distribution of the failure modes.

Groups	Type 1	Type 2	Type 3
CE	-	3	2
CD	-	4	1
L1E	5	-	-
L1D	5	-	-
L2E	5	-	-
L2D	5	-	-

### Discussion

The results obtained in this pilot study supported the hypothesis that the higher power parameters would provide lower shear bond strength values for samples both cemented on enamel and dentin surface. In recent years, the usage of lasers in prosthetic applications for the removal of all-ceramic restorations with different parameters (such as; wavelengths, energy and frequency) has been increasing, being one of the popular topics. The effect of Er:YAG laser application has already been investigated on debonding of orthodontic brackets, all-ceramic laminate veneers and resin bonded restorations. Most of the studies have presented different power parameters, by changing laser energy, frequency, application duration and mode (3,4,7,13-20). In this study, 2 different application parameters by changing the laser energy and frequency in standard duration and mode, were investigated.

The laser parameter settings of previous studies about laser debonding present different values according to the aim of that study. Searching about the most effective parameter on debonding with least damage to the tooth structure and especially to the pulp at the same time is the most important issue. Mundethu et al. (12) used Er:YAG laser without air or water spray, at 600 mJ of energy, with 2Hz of frequency and 800 μs pulse duration (1,2W) for examining the removal of the bracket without the use of any additional external force. Morford et al. (3) used an Er:YAG wavelength at a low repetition rate of 10 Hz and energy setting of 133, 217, 316, 400, 503 mJ (1.33 W – 5W) with a short pulse duration of 100 μsec. Oztoprak et al. and Iseri et al. (6, 22), selected a laser parameter at a power of 5 W (50 Hz×100

mJ) for comparing the shear bond strength after different application durations. Albalkhi et al. (23) examined the efficiency of ceramic removal by using Er:YAG laser in different laser parameters (such as; application mode, energy, frequency, power); Group of contact application of 360mJ, 15Hz, 5.4W and groups of non-contact application and laser parameters of 360mJ, 15Hz, 5.4W/ 400mJ, 10Hz, 4W/ 270mJ, 15Hz, 4W/ 300mJ, 10Hz, 3W. Rechmann et al. (13-15) applied Er:YAG laser at 10 Hz repetition rate and at the energies of 126-590 mJ (1.26 – 5.9 W) for all ceramic veneers debonding. Buu et al. (24) applied an Er:YAG laser with 10 Hz, 135 mJ, pulse duration of 150 µs and 1,100 µm straight quartz fiber tip, contact mode, air spray for 2 different porcelains (lithium disilicate and leucite). Different power values were selected for debonding of all-ceramic samples in different thickness. In present study, 2 different power values presenting the lowest and highest wattages as in the previous ones; 1.2 wattages, which has higher laser energy but lower frequency and 4.95 wattages, which has lower laser energy, but higher frequency were selected.

When choosing the optimum laser parameters to be used for debonding; the depth of preparation of the tooth surface, the type of ceramic material and the thickness of the restoration should be considered. Sari et al. (4) published a study about the absorption and transmission amount of the Er:YAG laser through different types of ceramics. This study reported that a lithium disilicate restoration with a 0.5 mm of thickness presented more transmission ratio when compared with feldspathic ceramics in 1 mm thickness. As another result of the study, when the thickness of the ceramic specimen increases, the laser transmission decreases (4). Albalkhi et al. (23) published a study about the efficiency of debonding porcelain laminate veneers by using several laser parameters and 2 different application modes of Er:YAG laser. This study samples were 0.7 mm thickness. Gurney et al. (7) investigated the efficiency of different wattage of Er:YAG laser debonding on lithium disilicate restorations 1.5 mm in thickness. In current study, the lithium disilicate samples were fabricated 1 mm in thickness and 3 mm in diameter.

Some studies (17,18) showed that the removal of veneers lower than 1 mm in thickness may be satisfactory by using short laser duration (between 9 and 15s); whereas, the removal of lithium disilicate and zirconia crowns with an increased thickness needed application duration between 30s and 120s (16,19,20). Oztoprak et al. (6) reported that a lasing time of less than 10s was effective for reducing the shear bond strength of lithium disilicate discs in thickness

of 0.7 mm and a diameter of 5 mm. Liu et al. (25) used Nd:YAG laser in different parameters (power-duration) such as; 3 W-3s, 2 W-5s and 5 W-2s, and, reported that the laser energy of 3 W for 3s was effective for removal of a ceramic bracket without a pulp injury. In the current study, application duration was selected as 3 seconds.

In many studies, the effect of laser irradiation on shear bond strength during ceramic bracket debonding and all-ceramic veneer removal were investigated (26). It was shown by the previous studies that lasers were effective in debonding ceramic veneers by decreasing the shear bond strength (5,6,10,12). According to the results of the current study, laser applied groups required significantly less shearing force than the control groups. The application duration were 3 seconds and lasing 3 seconds caused a bond reduction of close to 50 percent with low power lasing and more than 50 percent with high power lasing. Orthodontic bracket or all-ceramic disc debonding studies revealed similar decrease rates with our study. The shear bond strength values of control groups were found lower than other studies. This may be related to the size of samples, which was 3 mm in diameter, was smaller than previous studies.

In debonding studies, the mode of failure is an important index of where the failure occurred and evaluates the probable risks of enamel or dentin damage (5,6,27). As the debonding location gets closer to the tooth/resin interface, the damage risk of the tooth increases (27). In this study, most of samples in the control groups had type 2 failure; indicating that the debonding location was between the tooth and resin cement. All of the samples in laser-irradiated groups had failure modes of type 1; indicating that the outer surface of the resin cement was softened by laser and the debonding location was between resin/ceramic interface.

This study has some limitations. The number of specimens per group was small, and, larger sample size could affect the data. Secondly the size of the specimens was 3 mm in diameter and wider bonded surface could affect the bond strength values.

## Conclusion

Within the limitations of this study the following conclusions were drawn:

1. Both of 2 application parameters decreases the bond strength of resin bonded lithium disilicate samples whether on enamel or dentin surfaces.

2. The increase in the wattage of the laser application decreases the bond strength for samples both on enamel and dentin surface.
3. The frequency and laser energy, which constitute laser power level should be changed according to the thickness of the all-ceramic restoration and bonded tooth surface type.
4. The application duration would also be different according to the bonded surface area of the all ceramic restoration.
5. The laser application for debonding an all-ceramic restoration prevents damage both to the tooth structure and the ceramic restoration, when used with proper parameters.

## References

1. Tak O, Sari T, Malkoc MA, Altintas S, Usumez A, Gutknecht N. The effect of transmitted Er:YAG laser energy through a dental ceramic on different types of resin cements. *Lasers Surg Med.* 2015; 47:602–607.
2. Gehrt M, Wolfart S, Rafai N, Reich S, Edelhoff D. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. *Clin Oral Invest.* 2013;17:275–284.
3. Morford CK, Buu NC, Rechmann BM, Finzen FC, Sharma AB, Rechmann P. Er: YAG laser debonding of porcelain veneers. *Lasers Surg Med.* 2011;43:965–974.
4. Sari T, Tuncel I, Usumez A. Transmission of Er:Yag laser through different dental ceramics. *Photomed Laser Surg.* 2014; 32:37-41.
5. Feldon PJ, Murray PE, Burch JG, Meister M, Freedman MA. Diode laser debonding of ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:458-462
6. Oztoprak MO, Nalbantgil D, Erdem AS, Tozlu M, Arun T. Debonding of ceramic brackets by a new scanning laser method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:195-200
7. Gurney ML, Sharples SD, Phillips WB, Lee DJ. Using an Er, Cr: YSGG laser to remove lithium disilicate restorations: A pilot study. *J Prosthet Dent.* 2016;115:90–94
8. Saito A, Namura Y, Isokawa K, Shimizu N. CO<sub>2</sub> laser debonding of a ceramic bracket bonded with orthodontic adhesive containing thermal expansion microcapsules. *Lasers Med Sci.* 2015;30:869-874
9. Tocchio RM, Williams PT, Mayer FJ, Standing KG. Laser debonding of ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;103:155–162
10. Feldon PJ, Murray PE, Burch JJ, Meister M, Freedman MA. Diode laser debonding of ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:458–462
11. Sarp AS, Gulsoy M. Ceramic bracket debonding with ytterbium fiber laser. *Lasers Med Sci.* 2010; 26:577–584
12. Mundethu AR, Gutknecht N, Franzen R. Rapid debonding of polycrystalline ceramic orthodontic brackets with an Er:YAG laser: an in vitro study. *Lasers Med Sci.* 2014;29:1551-1556
13. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Finzen FC. Laser all-ceramic crown removal and pulpal temperature—a laboratory proof-of-principle study. *Lasers Med Sci.* 2015; 30:2087-2093
14. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Finzen FC. Laser all-ceramic crown removal-a laboratory proof-of-principle study-phase 2 crown debonding time. *Lasers Surg Med.* 2014; 643:636–643
15. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Le CQ, Finzen FC, Featherstone JD. Laser all-ceramic crown removal-a laboratory proof-of-principle study-phase 1 material characteristics. *Lasers Surg Med.* 2014; 46:628–635
16. Van As G. Laser removal of porcelain veneers. *Dent Today.* 2012;31:84, 86, 88–89
17. Kursoglu P, Gursoy H. Removal of fractured laminate veneers with Er:YAG laser: report of two cases. *Photomed Laser Surg.* 2013;31:41–43
18. Broome PJ. Utilization of an Er, Cr:YSGG laser for the removal of all-ceramic restorations. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2007;19:23–25
19. Cranska JP. Laser removal of all-ceramic restorations. Solving a difficult clinical challenge. *Dent Today.* 2015;34:110–113
20. Cranska JP. Removing all-ceramic restorations with lasers. *Dent Today.* 2013;32:101-102. 104
21. Kellesarian SV, Malignaggi VR, Aldosary KM. Laser assisted removal of all ceramic fixed dental prostheses: A comprehensive review. *J Esthet Restor Dent.* 2017;30:216-222
22. Iseri U, Oztoprak MO, Ozkurt Z, Kazazoglu E, Arun T. Effect of Er:YAG laser on debonding strength of laminate veneers. *Eur J Dent.* 2014;8:58-62
23. Albalkhi M, Swed E, Hamadah O. Efficiency of Er:YAG laser in debonding of porcelain laminate veneers by contact and non-contact laser application modes (in vitro study). *J Esthet Restor Dent.* 2017; 30:223-228
24. Buu N, Morford C, Finzen F, Sharma A, Rechmann P. Er:YAG laser debonding of porcelain veneers. *J Laser Dent.* 2010;18:56
25. Liu X, Wang L, Wang M, Liu L, Wang Q, Zhai J. Histomorphological effects of Nd: YAG laser for debonding ceramic brackets on rabbit pulp. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2009;27:413-416.
26. Ghazanfari R, Nokhbatolfoghahaei H, Alikhasi M. Laser-aided ceramic bracket debonding: a comprehensive review. *J Lasers Med Sci.* 2016;7:2-11
27. Tozlu M, Oztoprak MO, Arun T. Comparison of shear bond strengths of ceramic brackets after different time lags between lasing and debonding. *Lasers Med Sci.* 2012; 27:1151–1155

# Oral Health Attitude and Status of Turkish Dentistry Students

## Türk Diş Hekimliği Öğrencilerinin Ağız Sağlığı Durum ve Tutumları

Tamara Pelin GÜNDOĞDU ÖZDAL<sup>1</sup>, Gülsüm DURUK<sup>2</sup>

### Öz

**Amaç:** Diş Hekimliği Fakültesi'nde okuyan öğrencilerin kendi ağız ve diş sağlıklarının değerlendirilmesi bu çalışmanın amacıdır. Bunun sonucunda toplum ağız ve diş sağlığını etkileyecek olan geleceğin diş hekimlerine, kişisel sağlıklarını korumaları için etkili eğitim yöntemlerini geliştirecek fikirler üretilecektir.

**Materyal ve Metot:** İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde eğitim gören 200 öğrenciye sosyodemografik, ağız diş sağlığı, beslenme düzeniyle ilişkili sorular içeren anket verilmiş, ardından her öğrencinin oral muayenesi yapılarak değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Öğrencilerin sınıf dereceleri arttıkça genel olarak ağız ve diş sağlığına ve beslenmeye önem verdikleri ortaya çıkmıştır. Eğitime başladıkları zamandan itibaren restoratif tedavi yaptırma oranı artmış, diş çürüğü sayısı azalmıştır.

**Sonuçlar:** Diş hekimliği öğrencilerinin toplumu eğitecek ve etkileyecek bireyler olduğu düşünüldüğünde kişisel sağlık ve bakımlarına daha fazla dikkat etmeleri gerekmektedir. Dolayısıyla öğrencilere edindirilen doğru ağız ve diş sağlığı alışkanlığı tüm toplumun sağlığını etkileyecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Diş hekimliği öğrencileri, ağız sağlığı, bilinç

### Abstract

**Objective:** The aim of this study is to evaluate the oral and dental health of students studying at the Faculty of Dentistry. As a result, the ideas to improve effective training methods for future dentists who will have impact on oral and dental health of the society will be developed.

**Methods:** A survey including sociodemographic, oral and dental health-associated questions was conducted with 200 students who were studying at Faculty of Dentistry of Inonu

University and subsequently, dental examination of each student was performed and evaluated.

**Results:** It has been noted that students generally give importance to oral and dental health and nutrition as their grade level increases. It is observed that since the beginning of their education, the rate of restorative treatment increased, and the number of tooth cavity is decreased.

**Conclusions:** Considering that dentistry students are individuals who will educate and influence the society, they need to pay more attention to their personal health and care. Therefore, the right oral and dental health practice acquired as a habit by students will affect the health of the entire society.

**Keywords:** Dental students, oral health behavior, oral health knowledge

### INTRODUCTION

Attention of individuals to personal dental care is a process of self-awareness and determines the importance given to dental health services. This perception is subjective and varies from one person to another independently of existing reality. Thus, two individuals with the same oral health problem can evaluate their personal oral health status differently. (1,2) Oral diseases are one of the most common problems in the world. Impaired oral health impacts the general condition and quality of life of individuals negatively. Therefore, dental diseases and the problems of dental tissues are considered as a real public health problem. One of the greatest challenges of increasing the oral health of the population of low socioeconomic level is observed to be the difficulty of providing education.(3) It was reported that adults experience difficulty in their daily life and disruptions in business life due to the tooth cavities.(4) Nevertheless, the young population, especially in developed countries, consists of individuals who pay more attention to oral hygiene.(5) The reasons behind the improvement in oral and dental health in developed countries have been stated as

Tamara Pelin Gundogdu Ozdal (✉)

*Research Assistant, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Inonu University, Malatya, Turkey*

*İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti AD. Malatya, TURKEY Phone: +90 553.713.0201*

*e-mail: tamarapelin@hotmail.com*

Gülsüm Duruk

*Assistant Professor Dr., Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Inonu University, Malatya, Turkey*

**Submitted / Gönderilme:** 07.05.2019 **Accepted/Kabul:** 25.06.2019

improved quality of life, having easy access to toothpaste and other products containing fluoride and promotion of their widespread use.(6) On the other hand, inadequate access to oral health services, lack of knowledge in oral care practices, and their consequent impact on the overall health pose a danger.(7)

Being healthy in terms of dental care significantly affects mental, physical and social well-being. As dental students are in contact with the majority of the population, they have an important role in influencing oral health of the society.(8) It forms an appropriate group to examine the oral health attitudes of dentist candidates who will work in order to develop oral health in the future. This project aims to evaluate the situation oral care attitude and awareness of dental students.

**METHODS**

A survey was conducted with all students from 1st grade to 5th grade of the Faculty of Dentistry of İnönü University located in Malatya province of Turkey. The Ethics Committee of İnönü University approved the protocol of this study (2019/01-19). Chi-square test was used for the statistical data. At the end of the survey, dental examination of all students was conducted by a single person (TPGO). The attended students’ data is given on table 1.

**Table 1.** Data of the attended students

Class	Total number		Female		Male	
	n	%	n	%	n	%
1	50	25	35	70	15	30
2	37	18.5	16	43.2	21	56.8
3	33	16.5	19	57.5	14	42.5
4	39	19.5	15	38.5	24	61.5
5	41	20.5	15	36.6	26	63.4
<b>Total</b>	200	100	100	100	100	100

The survey (figure 1) consists of 3 parts:

1. Sociodemographic and general health assessment
2. Dietary habits
3. Oral care habits and oral health awareness

In the examination, DMFT (total decayed, filled, and missing teeth) and DMFS (surfaces of total decayed, filled, and missing teeth) (9), plaque and gingival indices (PI,GI) (10) occlusion degrees and overjet / overbite distance were evaluated.

During examination, disposable gloves and masks, mirrors, sond and air-water spray were used. Periodontal sond was utilized during periodontal examination.

**RESULT**

**Sociodemographic Data**

50% are female and 50% are male of the total 200 students. It was found that the average age was 21.84±2.698 (min:17,max: 38). The number of 1st Grade students was found to be 50 while the number of 2nd Grade students was to be 37; the number of 3rd Grade students was 33; the number of 4th Grade students was found to be 39 and the number of 5th Grade students was to be 41.

It was noted that the mother of 20% of the students and the father of 9% of the students were illiterate. The mother of 20% of the students and the father of 9% of the students are illiterate. When information on the education level of mothers and fathers of the students were obtained, it was found out that mothers are primary school graduates with the highest percentage as %37, the percentage of students having a university graduate mother is 15.5%. (p<0.05). The fathers are university graduates with the highest percentage as 36% (p<0.05).

The average number of siblings was found as 3.7±1.9 (min:0, max:14). 64.5% of the students live in a flat and 35.5% stay at a dormitory or a pension (p<0.05). Monthly the average amount of pocket money was identified as ₺ 556.7±87.3.

When asked about the regularly used medications, it was learned that 0.05% of them use antidiabetic, 0.05% of them use antibiotics and 2.5% of them use antidepressants. When students were asked to evaluate their general personal medical condition, there was no statistically significant difference between the grades. Moreover, 15.5% of the students stated that their health status is very good, 66% of them stated as having good health, 18.5% of them stated as having average health status and none of the students indicated having a bad or very bad health condition (p<0.01).

It was learned that 13.5% of the students were smoking. The highest smoking rate was observed among 4th grade students (25.5%). The class with the highest rate of non-smokers was observed as 3rd grades (6%) (p<0.05).

### Dietary Habits

49% of the students stated that they eat their main meals (breakfast, lunch, dinner) without skipping them. The highest rate of those who regularly eat their main meals was found in the 1st grade (54.0%). 58% of the 1st grade students stated that they skip breakfast, while on average of 66% of the 4th and 5th grade students stated that they skip lunch. As the grade of the students increases, the rate of regular nutrition decreases gradually ( $p < 0.05$ ). It was found that the grade having the least regular diet was the 5th grade (41.5%).

Among all grades, 47.5% of the students has stated that they drink water during the meal; while the group drinking the lowest amount of water was to be the 1st grade (42%), the group drinking the highest amount of water was found to be the 5th grade (53.3%). Consumption of acidic drinks were found to be the highest in the 1st grade with 22% whereas it was found to be the lowest in the 5th grade as 15.3% ( $p > 0.05$ ).

### Oral Care Habits And Oral Health Awareness

All grades were asked questions about their tooth-brushing habits, methods and frequency. The ratio of the individuals brushing their tooth two or more per day was found the highest in 5th grade, while the lowest ratio was found in the 1st grade. (figure 2)

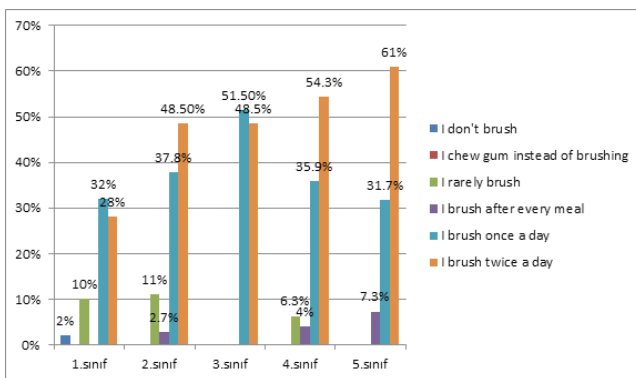


Fig 2. Tooth brushing habits of each class

It has been noted that the percentage of students who brushes only the front surface of their teeth is 2.7 %, the percentage of students who brushes all teeth surfaces

including tongue is 97.5% among the 1st grade students. It has been highlighted that the percentage of students brushing all tooth surfaces along with tongue is 100% in all other grades. When the information obtained about the technique of using the toothbrush, it was found that the percentage of brushing the teeth from the gingiva to the tooth was 82%, from the tooth to the gingiva was 8% and with the horizontal movements was 10% among the 1st grade students ( $p > 0.05$ ). All students stated that they brush their teeth from the gingiva to the tooth except for the freshmen. Regarding the question about frequency of the floss usage, answers revealed no significant difference between the grades. While 10% of the students stated that they use dental floss every day, 31% stated that they use 2-3 times in a week ( $p > 0.05$ ). The percentage of those who do not use dental floss was found to be 36%. The floss usage ratio was found to be significantly higher in female students than in male students ( $p < 0.05$ ). While 16% of female students use dental floss every day, this rate is 4% for male students. The percentage of using no dental floss is 21% for female students and 51% for male students. While 7% of all female students use mouthwash every day, 4% of male students use it daily. 66% of male students do not use mouthwash, whereas this percentage is found to be 59% for female students ( $p > 0.05$ ). For the question of “Have you ever had a dental treatment?”, 84.5% of all students answered yes, and while 10% of female students have never visited a dentist, this percentage is found to be 21% for male students ( $p < 0.05$ ).

12% of the female students stated that they have tartar whereas this percentage was found to be 23% for male students ( $p < 0.05$ ). 47% of the female students said that they have tooth cavity as this percentage was found to be 51% for male students ( $p > 0.05$ ). While the percentage of female students who indicated that they have dental fillings was 68%, this percentage was found as 57% for male students ( $p > 0.05$ ).

### The Findings From The Examination Of The Oral Cavity

No significant difference was found in DMFT and DMFS scores between grades ( $p > 0.05$ ). The group with the highest average number of filled teeth was 3<sup>rd</sup>



**Table 2.** Intraoral examination results

Class	DMFT	DMFS	PI	GI	Dental Fillings (n)	Decayed teeth (n)	Over-jet	Over-bite
1	0.12±0.12	0.06±0.05	0.60±0.65	0.32±0.48	1.80±2.48	2.61±1.67	1.24±1.01	1.59±1.17
2	0.16±0.15	0.05±0.05	0.51±0.61	0.32±0.53	2.43±3.27	1.89±2.03	1.46±1.35	1.54±1.64
3	0.21±0.12	0.06±0.05	0.79±0.82	0.73±0.88	3.58±3.35	2.15±2.25	0.73±1.32	0.73±1.32
4	0.12±0.08	0.04±0.03	0.49±0.68	0.49±0.72	1.69±1.91	1.51±1.86	0.82±1.41	0.51±0.97
5	0.16±0.11	0.04±0.03	0.34±0.48	0.37±0.58	3.20±3.01	0.53±1.21	1.27±1.31	1.07±0.91
<b>Total</b>	0.17±0.12	0.53±0.51	0.54±0.66	0.43±0.65	2.48±2.88	1.86±2.24	1.12±1.27	1.12±1.30

grade students with the average of 3.58±3.35. This was followed by 5<sup>th</sup> grade students (3.20±3.01). The group with the lowest number of decayed teeth was in the 5<sup>th</sup> grade (0.53±1.21).

The number of decayed teeth is 1.60±2.05 for female students and 2.1±2.40 for male students. While the number of filled teeth is 2.93±3.05 for female students, it is 2.02±2.64 for male students.

Average PI was found as 0.54±0.66. Students with the lowest PI were the 5<sup>th</sup> grade students (0.34±0.48). No significant difference was identified between the groups ( $p > 0.05$ ). While the average PI for female students was 0.3±0.54, this rate was found as 0.77±0.69 for male students. Average GI was identified as 0.43±0.65 in the entire faculty. While average GI of female students was 0.24±0.49, it was 0.62±0.74 for male students. (table 2) The different letters for each column indicate that the mean values are significantly different between the groups ( $p < 0.05$ )

## DISCUSSION

### Sociodemographic and General Health Assessment

The number of female and male students are equal in our faculty. In other studies, the ratio of female students was found to be higher than that of male students.(11) Cortes et al. indicate that the proportion of female students constitutes 70% of all students.(12) It was noted that the average age was 21.84 in our study. The average age was found similar with the Faculty of Dentistry at Barcelona.(13)

The mother of 20% of the students and the father of 9% of the students are illiterate. The parental education level in our study was significantly lower than the study conducted by Rodrigo J. et al. in New Zealand. In their study, it was noted that father of 67.6% of the students and the mother of 51.4% of the students have graduate and postgraduate degree.(14)

Monthly average pocket money was found to be 556.7 TL equal to 42% of the minimum wage level enacted at the time of the study. It has been highlighted that students have financial difficulties considering the average number of siblings which is 3.73±1.96

While the dietary habit which is essential for the protection of the body defense system is the most appropriate in the 1st grade students, the rate of skipping a meal and having irregular eating habit have increased in the upper grades with the start of clinical internships and the increase in the course load. However, the daily water intake increased and the consumption of acidic drinks like coke decreased as the nutritional awareness increases.

It is stated that 28% of the 1st grade students and 61% of 5th grade students brush their teeth twice a day. In other studies, 74% of the students brush their teeth twice a day. (14)

It is seen that routine tooth brushing has become a habit as of the 3rd grade where dentistry courses are intensively initiated. It has been found that the percentage of tooth-brushing after each meal is 15.3% in the 4th grade and 7.2% in the 5th grade. It was highlighted that 89% of the students in a similar study conducted in Casablanca<sup>13</sup> and 74.1% of the students in a study conducted in Ankara brush their teeth twice or more in a day.(15) In our faculty, tooth brushing percentage of students(%53) is found significantly low compared to abovementioned results

In our study, the percentages of daily floss and mouthwash were 10% and 11% respectively and these results were significantly lower than exemplary studies. These rates were found as 31% and 13% respectively .in a study conducted by Peker et al.(16) In other study it was found that 16% of the students floss their teeth every day, 55% of the students use mouthwash.(17)

Although there was no significant difference identified in DMFT and DMFS scores among the grades, the group

with the lowest number of decayed teeth was found in the 5th grade. It has revealed that the oral health awareness of the students has increased as they started to the faculty and they preferred the treatment for their decayed teeth. The fact that female students have less decayed tooth, gingival and plaque indices than male students is considered to more relevant the oral care.

## CONCLUSIONS

The faculties of dentistry are generally known as faculties that require high costs. It may be appropriate to rise the amount of scholarships provided to the students studying in these faculties.

Establishing a dietary habit is essential for a student studying in the Faculty of Dentistry. Considering the physical fatigue of students, particularly those undergoing a clinical internship, skipping a meal is upsetting.

Although oral care is regulated with the education in the faculty, these habits are still inappropriate. In order to make it more effective, it should be emphasized during the courses that the personal care of the students is also a part of dentistry and with regular examinations, students should be encouraged to undergo their treatments.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Part of this study was presented in a poster presentation at 21st Congress of the Balkan Stomatological Society – BaSS. PP-59. May 12-15, 2016. Banja Luka, B&H.

## REFERENCES

1. Al-Wahadni AM . Al-Omiri MK. Kawamura M. Differences in self-reported oral health behavior between dental students and dental technology/dental hygiene students in Jordan. *J Oral Sci.*2004 Sep;46:191-197.
2. Sharda AJ. Shetty S. A comparative study of oral health knowledge. attitude and behaviour of first and final year dental students of Udaipur city. Rajasthan. India. *Int J Dent Hyg.*2008 Nov;6:347-353.
3. Atchison KA. Gift HC. Perceived oral health in a diverse sample. *Adv Dent Res* 1997; 11: 272-80.
4. Gift HC. Oral health outcomes research: Challenges and opportunities. In: Slade GD (eds). *Measuring Oral Health and Quality of Life*. Chapel Hill. NC: University of North Carolina. 1997.
5. Downer MC. The improving oral health of United Kingdom adults and prospects for the future. *British Dental Journal.* 1991; 23: 154-158.
6. Bratthall D. Hansel-Petersson G. Sundberg H. Reasons for the caries decline: what do the experts believe? *European Journal of Oral Science.* 1996; 104: 416 – 422.
7. Nadanovsky P. Sheiham A. Relative contribution of dental services to changes in caries level of 12-yearold children in 18 industrialized countries in the 1970s and the early 1980s. *Community Dentistry Oral Epidemiology.* 1995; 23: 331-339.
8. Gallagher EB. Moody PM. Dentists and the oral health behavior of patients: A sociological perspective. *J Behav Med.* 1981;4: 283-95.
9. World Health Organization. *Oral health surveys: basic methods*. World Health Organization; 2013.
10. Løe, H., & Silness, J. (1963). Periodontal disease in pregnancy I. Prevalence and severity. *Acta odontologica scandinavica*, 21(6), 533-551.
11. Malbrunot X. Socio-economic situation of students in neurodentology in Clermont-Ferrand in 1991/1992 . [Thesis dental surgery]. Clermont-Ferrand. 1993.
12. Cortes FJ. Nevot C. Roman JM. Cuenca E. The evolution of dental health in dental students at the University of Barcelona. *J Dent Educ.*2002 Oct; 66:1203-1208.
13. Mariño. Rodrigo J., et al. “Sociodemographic backgrounds and career decisions of Australian and New Zealand dental students.” *Journal of Dental Education.* 2006;70: 169-178.
14. Ganss C, Schlueter N, Preiss S, Klimek J. Tooth brushing habits in uninstructed adult-frequency, technique, duration and force. *Clin Oral Invest.* 2009;13:203–208.
15. Rimaoui S. Rahmaoui M. Hamza M. Bennani A. Oral health of dental students in casablanca. *Int J Dentistry Oral Sci.* 2017;4:557-564.
16. Peker I. Alkurt MT. Oral health attitudes and behavior among a group of turkish dental students. *Eur J Dent.* 2009 Jan;3:24-31.
17. Neeraja, R., Kayalvizhi, G., & Sangeetha, P. Oral health attitudes and behavior among a group of dental students in Bangalore, India. *European journal of dentistry.* 2011;5:163.

**Class:****Date:**

1. Name – Surname  I brush twice a day
2. Age
3. Sex
4. Number of siblings
5. Mother's education status
  - Illiterate  Primary school  Middle school
  - Highschool  Graduate  Postgraduate
6. What's your mother's job?.....
7. Father's education status
  - Illiterate  Primary school  Middle school
  - Highschool  Graduate  Postgraduate
8. What's your father's job? .....
9. What is your average monthly expenditure?.....
10. Where do you live in?
  - Home  Dormitory/pension
11. Do you take any drug regularly?
  - If yes, what is it for?.....
12. How do you rate your health?
  - Very good  Good  Average  Bad
13. Do you smoke?  Yes  No
14. Which meal do you skip the most?
  - Breakfast  Lunch  Dinner
15. Which drink do you prefer in during meal?
  - Water  Juice  Coke  Ayran  Others
16. How is your toothbrushing habit?
  - I don't brush
  - I chew gum instead of brushing I rarely brush
  - I brush after every meal I brush once a day
17. How do you brush your teeth?
  - Only the front surface
  - All teeth surfaces including tongue
  - Which technique do you prefer while toothbrushing?
    - From gingiva to teeth
    - From teeth to gingiva
    - Horizontally
18. Do you use dental floss?
  - Everyday
  - 2-3 times in a week
  - 2-3 times in a month
  - Never
19. Do you use mouth rinse solution?
  - Everyday
  - 2-3 times in a week
  - 2-3 times in a month
  - Never
20. Have you ever get dental treatment?
  - Yes  No
21. Which ones do you have?
  - Cavity
  - Missing tooth
  - Dental filling
  - Tartar

**Fig 1.** Sample of survey

# Examination of Oral Health in Twins

## İkiz Çocuklarda Ağız-Diş Sağlığının İncelenmesi

Nil Ceren MÜNGAN<sup>1</sup> , Serap AKYÜZ<sup>2</sup> , Ayşen YARAT<sup>2</sup> 

### Abstract

**Objectives:** Nowadays in pediatric dentistry, a raise in oral-dental health studies in twins, had been observed with the increasing twin births. The aim of this study was to investigate the differences in terms of oral-dental health between twin children and singleton children.

**Materials and Methods:** A total of 180(105girls, 75 boys) children,120 of them twins and 60 of them singleton, aged 4 to 14 years,were included to the study.All children were healthy.A questionnaire,with 30 items, including the educational level of the parents, age, gender and brushing habits of the children was applied.The df-t /df-s index for primary teeth and DMF-T / DMF-S index for permanent teeth were recorded.*Streptococcus Mutans(SM)* values of all children were recorded with the help of chairside kits.

**Results:** In-vitro fertilization(IVF) birth rate was 28.3% in the whole group.Furthermore, 33.3%of the children were monozygotic twins,66.6% of them were dizygotic twins.There were no statistically significant relationship between the DMFT-dft values and daily teeth brushing of children( $p>0.05$ ).A statistically significant correlation was found between mothers' education levels and DMFT values of children( $p>0.05$ ).DMFT values of children whose mothers' were university graduates were found to be significantly lower than those of primary and high school graduates ( $p>0.05$ ).In the monozygotic group; in *SM* positive cases,the level of dft-dfs was statistically significantly higher than those of *SM* negative cases( $p<0.05$ ).In dizygotic twins and singleton children;DMFT-DMFS levels were significantly higher in *SM* positive cases than those of *SM* negative cases( $p<0.05$ ). In singleton children the DMFT-DMFS values were statistically

significantly higher than twins whereas there was no statistically difference between monozygotic and dizygotic twins.

**Conclusions:** As a result of this study, despite that there was no significant difference in teeth brushing habits between twin and singleton children, the *SM* values and DMFT-DMFS values were found higher in singleton children. Considering the multifactorial dynamics of dental caries formation, many factors such as saliva, nutrition, immune system, as well as oral hygiene habits should be considered as a whole.

**Keywords:** Twin children, dental caries, *Streptococcus Mutans*

### Öz

**Amaç:**Günümüzde artan ikiz doğumlarıyla beraber çocuk diş hekimliğinde ikiz çocuklarda ağız-diş sağlığıyla ilgili çalışmalarda artış gözlenmiştir.Bu çalışmada ikiz çocuklar ile ikiz olmayan çocuklar arasında ağız-diş sağlığı açısından farklılıkların incelenmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntemler:**Araştırma kapsamında Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Kliniği'ne başvuran, 4-14 yaş arasında, sistemik olarak sağlıklı, 120 ikiz ve 60 ikiz olmayan toplam 180 çocuk(105'i kız-75'i erkek) dahil edildi.Ebeveynlerin eğitim düzeyini, çocukların yaşını, cinsiyetini ve fırçalama alışkanlıklarını içeren 30 soruluk anket uygulandı.Diş çürüklerini değerlendirmede süt dişleri için df-t/df-s, daimi dişler için DMF-T/DMF-S indeksi kullanıldı. Tüm çocukların *Streptococcus Mutans(SM)* değerleri hasta başı kitleleriyle saptandı.

**Bulgular:**Tüm grupta in vitro fertilizasyon(IVF) ile doğum oranı %28,3 olarak bulundu.Ayrıca tek yumurta ikizi görülme oranı %33,3 bulunurken, çift yumurta ikizi oranı %66,6 olarak saptandı. İkiz ve ikiz olmayan çocuklarda günlük diş fırçalama sıklığı ile DMFT-dft değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı( $p>0.05$ ).Anne eğitimi ile çocukların DMFT değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulundu( $p<0.05$ ). Üniversite mezunu annelerin çocuklarının DMFT değerleri, ilkökul ve lise mezunlarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu( $p<0.05$ ).Tek yumurta ikizlerinde;*SM* pozitif olgularda dft – dfs düzeyi, *SM* negatif olgulardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu( $p<0.05$ ).Çift yumurta ikizlerinde ve ikiz olmayan çocuklarda;*SM* pozitif olgularda DMFT-DMFS düzeyi, *SM* negatif olgulardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu( $p<0.05$ ).İkiz olmayan çocuklarda ikiz çocuklara

Nil Ceren Mungan (✉)

<sup>1</sup>Marmara University Faculty of Dentistry, Department of Pediatric Dentistry,Basibuyuk, Maltepe, Istanbul, Turkey, Mobile: 0507 102 24 69  
e-mail: nilcerenmungan@gmail.com,

Serap Akyüz, Ayşen Yarat

<sup>2</sup>Marmara University Faculty of Dentistry, Department of Pediatric Dentistry, Department of Basic Medical Sciences Biochemistry, Istanbul,

Submitted / Gönderilme: 20.05.2019 Accepted/Kabul: 27.06.2019

göre DMFT-DMFS değerleri daha yüksek bulunurken tek ve çift yumurta ikizleri arasında anlamlı farklılık görülmedi.

**Sonuç:** Bu çalışmanın sonucunda, ikiz ve ikiz olmayan çocuklar arasında diş fırçalama sıklıkları açısından farklılık bulunmamasına rağmen, ikiz olmayan çocuklarda daha yüksek SM değerleri ve DMFT-DMFS değerleri saptandı. Diş çürüğü oluşumunun multifaktöriyel dinamikleri göz önüne alındığında, ağız hijyen alışkanlıklarının yanında tükürük, beslenme, immün sistem gibi birçok etken bir bütün olarak ele alınmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** İkiz çocuk, diş çürüğü, *Streptococcus Mutans*

## Introduction

Oral diseases and dental caries are common health problems in our society as well as in the world [1]. Dental caries, one of the irreversible, preventable chronic diseases, is an important public health factor in many countries of the World [2]. According to the World Health Organization (WHO) data, it is recommended that the target values for dft and DMFT (decayed, filling and missing primary and permanent teeth) are planned according to the socioeconomic and sociocultural characteristics of the countries in the future [3]. Factors such as educational level and income level affect the prevalence of dental caries [4].

*Streptococcus Mutans* (*S.Mutans*) is one of the main microorganisms that responsible for caries formation [5, 6]. Dental caries is a multifactorial process and result from demineralization of enamel and dentin due to the acid producing from microbial dental plaque (MDP) [7]

In the etiology of dental caries, which was first described by Paul Keyes in 1962 as diagrammatic, time, host, diet and microbiological factors have been extended with the addition of many factors up to date [6]. Many factors such as fluoride use, saliva composition are included in the diagram along with sociocultural and behavioral factors [6]. Factors such as tooth position and morphology, oral hygiene habits, age, immune system, sex, nutrition are also secondary factors responsible for caries formation [8].

One of the factors associated with the host is saliva which neutralize acid as a result of fermentation of carbohydrates. Low salivary pH, low flow rate and low buffering, increases intraoral acidity and accelerates caries formation [9].

The effects of genetic factors, causing dental caries, have become more important today. With increasing twin births, studies on oral health have been observed in twin children in pediatric dentistry. Studies in twin children have great importance for the comparison of genetic and environmental factors on oral health [10].

The first studies to determine the relationship between dental caries and genetics were done with animal experiments. Studies on rats have shown that caries formation is affected by the genetic variation of the subject. It is proven that genetic factors have important roles in the caries mechanism of familial and twin studies on humans [11].

Nowadays, the number and frequency of multiple pregnancies, in the form of twin pregnancies, are increasing. One of the major factors that increase multiple pregnancies is the assisted reproductive techniques known as *in vitro* fertilization (IVF). The rate of infertility is increasing in the last 30-40 years. The most effective factors in that; the age of marriage and the increase in the age of fertility [12].

The aim of this study was to investigate the differences in terms of dental – oral health between twin children and singleton children.

## Materials and Methods

A total of 180 healthy pediatric patients (60 pairs of them twins and 60 of them singleton) aged between 4-14 years were included to the study. The children were divided into two groups as study group (120 twins) and as control group (60 singleton children). The study group were also divided into two subgroups as monozygotic twins (40) and dizygotic twins (80).

All the patients were applied to Marmara University Faculty of Dentistry, Department of Pediatric Dentistry. Children who did not allow oral-dental examinations, children with a systemic disease or syndrome, and non-volunteer families were excluded from the study.

This study was approved by Marmara University Faculty of Dentistry Ethics Committee with the protocol no: 10.09.2017-2017-124. Intra-oral examination was performed by a single investigator (NCM) under the reflector light. Information about demographic data including parents' educational level, children's age and gender, nutrition and brushing habits were collected through questionnaires from children and parents. The dft / dfs index values for primary teeth and DMFT / DMFS index values for permanent teeth were also recorded according to WHO criteria.

At 8:00-10:00 hours in the morning, non-stimulated saliva was collected by spitting into eppendorf tubes. Standardized chairside kits (*The Saliva-Check Mutans* kit – GC Corporation) were used for salivary *S.Mutans* measurement.

### Statistical Analysis

When evaluating the findings obtained in this study, IBM SPSS Statistics 22 for statistical analysis (SPSS IBM, Turkey) programs were used. In the evaluation of the data, descriptive statistical methods (mean, standard deviation, frequency), as well as Mann-Whitney U test was used to compare the parameters that did not show normal distribution. Chi Square test and Continuity (Yates) correction were used to compare qualitative data. Spearman rho correlation analysis was used to examine the relationships between parameters which do not conform to normal distribution. Significance was evaluated as  $p < 0.05$ .

### Results

The average age of children is  $9.73 \pm 2.24$  years and 58.3% of them were girls and 41.7% were boys. The *in-vitro* fertilization (IVF) rate was 28.3% for whole children. While 55.6% of them had *S.Mutans* positive and 44.4% were *S.Mutans* negative. Daily tooth brushing frequency ranges from 0 to 4, with an average of  $1.27 \pm 0.78$ . DMFT values were  $1.71 \pm 2.2$  (ranged from 0 to 12) while DMFS values were  $2.43 \pm 3.91$  (ranged from 0 to 23). The dft values ranged from 0 to 15 with an average of  $2.29 \pm 3.11$  and dfs values ranged from 0 to 18 with an average of  $3.17 \pm 4.42$ .

There was no statistically significant relationship between children’s daily brushing frequency and DMFT-dft parameters ( $p > 0.05$ ). There was a statistically significant relationship between the frequency of daily tooth brushing of the mothers’ and dft values of children ( $p < 0.05$ ). There was no statistically significant relationship between the frequency of daily tooth brushing of mothers’ and DMFT values children ( $p > 0.05$ ) (Table 1). There was a statistically significant difference in educational status of mothers’ in terms of DMFT values of children ( $p < 0.05$ ). The DMFT values of the children of mothers who were university graduates were found to be statistically lower than those of mothers with primary and high school graduates ( $p < 0.05$ ).

**Table 1.** Evaluation of daily tooth brushing frequencies of children and their mothers and correlation between DMFT and dft parameters of the whole children

		Frequency of children’s daily tooth brushing	Frequency of mothers’ daily tooth brushing
DMFT	r	0,013	0,055
	p	0,860	0,462
dft	r	-0,133	-0,176
	p	0,076	0,018*

Spearman Rho korelasyon analizi \* $p < 0.05$

The data were also analyzed under two groups as study group (120 twins – 66.7%) and as control group (60 singleton children-33.3%). The IVF ratio of study (twins) group (36.4%) was found to be significantly higher than control (singleton children) group (1.7%) ( $p < 0.05$ ). The rate of monozygotic twins was 33.3%, while the rate of dizygotic twins was 66.6% in the study group.

DMFT and DMFS values of the study group were significantly lower than those of control group (Table 2) ( $p < 0.05$ ). *S. mutans* positivity was significantly lower in the study group (50%) than those of in the control group (66.7%) ( $p < 0.05$ ).

**Table 2.** Evaluation of DMFT-DMFS-dft-dfs parameters between twins and singleton groups

		Twin group	Control group	p
DMFT	Mean±SS	1,47±2,09	2,18±2,35	0,022*
	Median (IQR)	0 (0-2)	2 (0-4)	
DMFS	Mean±SS	1,98±3,38	3,33±4,7	0,015*
	Median (IQR)	0 (0-2)	2 (0-4)	
dft	Mean±SS	2,01±2,75	2,87±3,67	0,224
	Median (IQR)	0 (0-4)	1 (0-5)	
dfs	Mean±SS	2,77±4,23	3,98±4,71	0,149
	Median (IQR)	0 (0-4)	1,5 (0-7,5)	

Mann Whitney U test \* $p < 0.05$

In the study group; in patients with *S. mutans* positive, DMFT and DMFS levels were significantly higher than *S.Mutans* negative cases ( $p < 0.05$ ).

There was no statistically significant difference between monozygote and dizygotic groups in terms of DMFT, DMFS, dft and dfs values (Table 3) ( $p > 0.05$ ). The *S.Mutans* positivity rate in the monozygote group (35%) was significantly lower than the dizygotic group (57.5%) ( $p < 0.05$ ).

**Table 3.** Evaluation of DMFT-DMFS-dft-dfs parameters between monozygotic and dizygotic groups

		Monozygotic twins	Dizygotic twins	p
		Mean±SS (median)	Mean±SS (median)	
DMFT	Mean±SS	1,75±2,74	1,33±1,67	0,905
	Median (IQR)	0 (0-2)	0 (0-2)	
DMFS	Mean ±SS	2,58±4,56	1,68±2,58	0,906
	Median (IQR)	0 (0-2)	0 (0-2)	
dft	Mean ±SS	1,68±2,69	2,18±2,79	0,268
	Median (IQR)	0 (0-2,75)	1 (0-4)	
dfs	Mean ±SS	2,33±4,39	2,99±4,16	0,208
	Median (IQR)	0 (0-2,75)	1 (0-4,75)	

Mann whitney U test \* $p < 0.05$

In the monozygote group; in cases with *S. mutans* positive, dft and dfs levels were significantly higher than *S. mutans* negative cases ( $p<0.05$ ). In dizygotic group; in children with *S. mutans* positive, DMFT and DMFS level is significantly higher than *S. Mutans* negative cases ( $p<0.05$ ).

## Discussion and Conclusions

Astrom and Jakobsen, emphasize the importance of families as role models for children that imitate their parents about their oral hygiene habits [13]. In our study, there was a statistically significant inverse correlation between the frequency of daily brushing of mothers' and their children's dft values. It was considered that similarly to Astrom and Jakobsen's study, the children, in our study, had imitated their mothers for their oral hygiene habits.

In the study of Borges et al. it has been reported that the prevalence of dental caries decreases as the education level of the mothers increases [14]. Similarly in our study, the lower rate of caries was found in the children whose mothers have university degrees. It was also confirmed that the education level of the families is an important factor on oral and dental health. The children and their parents should be adequately trained to determine their dental treatment needs. The studies that determine the condition and treatment needs of dental caries in the community will improve oral and dental health and ensure the development of protective policies [13].

The results of our study show that singleton children have an increased susceptibility to dental caries incidence when compared with twin children according to DMFT index data and *S. Mutans* colonization. On the authority of this study, it is estimated that twin siblings may effect each other positively about the oral hygiene and nutritional behaviours. This study will be more comprehensive when researched with co-twins.

According to Subramaniam et al. DMFT values and oral hygiene index were evaluated in 58 dizygotic pairs and 71 pairs of monozygotic twins. There was no significant difference between monozygotic and dizygotic twins in terms of DMFT-dft data [15]. In our study, also, there was no significant difference between monozygotic and dizygotic twins in terms of DMFT-dft data. The exact reason for the similarity of that results between monozygotic and dizygotic twins is not clear so the study should be extended with more children and salivary parameters.

According to Sümer et al's studies published in 2013, 14.6% of twins births were determined as IVF and this rate was 29.1% in our study [16]. Over the last years, it is estimated that the increased use of fertility treatments has been associated with rise in the rate of multiple births [17].

As a result of this study, despite that there was no significant difference in teeth brushing habits between twin and singleton children, the *S. Mutans* values and DMFT-DMFS values were found higher in singleton children. Considering the multifactorial dynamics of dental caries formation, many factors such as saliva, nutrition, immune system, as well as oral hygiene habits should be considered as a whole.

## Acknowledgements

This study was supported by Marmara University Scientific Research Projects Unit-BAPKO (SAG-C-DRP-131.217.0649).

## REFERENCES

1. K. Esra, N. Özalp, Çocuklara Streptokokkus mutans geçişinin değerlendirilmesi: Etkili faktörler ve enfektivite penceresi, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 25(11) 71-76.
2. E. Joury, E. Bernabe, W. Sabbah, K. Nakhleh, K. Gurusamy, Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials on the effectiveness of school-based dental screening versus no screening on improving oral health in children, Journal of dentistry 58 (2017) 1-10.
3. E.U. Çelik, D.B. Çelik, U.D.S. Önal, D.A. Örmeci, D.H. Ulutaş, Isparta İlindeki 11-12 Yaşındaki Çocukların Diş Çürüğü Ve Florozis Prevalansinin Değerlendirilmesi, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2010(3) (2010) 170-175.
4. Y. Okutan, M.B. Dönmez, M.T. Yücel, Sosyoekonomik şartların diş hekimliği öğrencilerinin ağız sağlığına olan etkisi: Anket çalışması, Selcuk Dental Journal 4 (2017) 59-67.
5. F.Y. Çakır, S. Gürkan, N. Attar, Çürük mikrobiyolojisi, H Diş Hek Fak Derg 34(3) (2010) 78-91.
6. S. Bektaş, M. Turgut, Çocuk Diş Hekimliğinde Çürük Risk Tayini, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 11(3) (2010) 109-118.
7. C.K.-Y. Yiu, N.M. King, An overview of dental caries-preventives approaches for children, Hong Kong Dental Journal 8 (2011) 29-39.
8. B. Koçanalı, A.T. Ak, D. Coğulu, Çocuklarda diş çürüğüne neden olan faktörlerin incelenmesi, Pediatric Research 1(2) (2014) 76-9.

9. B. Preethi, D. Reshma, P. Anand, Evaluation of flow rate, pH, buffering capacity, calcium, total proteins and total antioxidant capacity levels of saliva in caries free and caries active children: an in vivo study, *Indian Journal of Clinical Biochemistry* 25(4) (2010) 425-428.
10. D. Bartlett, C. Ganss, A. Lussi, Basic Erosive Wear Examination (BEWE): a new scoring system for scientific and clinical needs, *Clinical oral investigations* 12(1) (2008) 65-68.
11. M. Bayram, F. Seymen, Diş Çürüğüne Genetik Yaklaşım, *Türkiye Klinikleri. Dishekimligi Bilimleri Dergisi* 20(2) (2014) 129-135.
12. R.A. Jackson, K.A. Gibson, Y.W. Wu, M.S. Croughan, Perinatal outcomes in singletons following in vitro fertilization: a meta-analysis, *Obstetrics & Gynecology* 103(3) (2004) 551-563.
13. E. Karaağaç, Ç. Küçükeşmen, Çocukların ve Ebeveynlerinin Oral Hijyen Alışkanlık (OHA) Düzeylerinin Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi, *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 25(1) (2018) 42-49.
14. H.C. Borges, C.A.S. Garbín, O. Saliba, N.A. Saliba, S.A.S. Moimaz, Socio-behavioral factors influence prevalence and severity of dental caries in children with primary dentition, *Brazilian oral research* 26(6) (2012) 564-570.
15. P. Subramaniam, K.G. Babu, B. Vardhana, Assessment of dental caries and oral hygiene status among twins, *Journal of Forensic Science and Medicine* 4(1) (2018) 18.
16. D. Sümer, M. Çetin, A. Yenicesu, A. Yanık, Spontan ve IVF ikiz gebeliklerin obstetrik ve perinatal sonuçlarının karşılaştırılması, *Cumhuriyet Medical Journal* 35(4) (2013) 526-531.
17. A.D. Kulkarni, D.J. Jamieson, H.W. Jones Jr, D.M. Kissin, M.F. Gallo, M. Macaluso, E.Y. Adashi, Fertility treatments and multiple births in the United States, *New England Journal of Medicine* 369(23) (2013) 2218-2225.



# Effects of Methacrylate Exposure on Developing Zebrafish Embryos

## Metakrilat Maruziyetinin Zebra balığı Embriyolarının Gelişimi Üzerine Etkileri

Babak ALTAYIB<sup>1</sup>, Gizem EĞİLMEZER<sup>2</sup>, İsmail ÜNAL<sup>2</sup>, Ünsal Veli ÜSTÜNDAĞ<sup>3</sup>, Rifat GÖZNELİ<sup>4</sup>, Ebru EMEKLİ-ALTURFAN<sup>2</sup>

### Abstract

**Aim:** Methacrylate (MA), is widely used as a monomer in dentistry as well as medicine. MA derivatives have been used for a long time in biomedical devices, in restorative dental composites as well as contact lens materials also in bone cement. Zebrafish has become a popular used model organism in toxicity potential testing. Our aim in this study was to evaluate the effects of a MA derivative, polyethylmethacrylate (PEMA) exposure focusing on Nitric oxide (NO) and development of zebrafish embryo.

**Materials and Method:** Adult AB strain zebrafish were used in this study that were housed in aquarium rack system (Zebtec, Tecniplast, Italy) at  $28 \pm 1$  °C maintained under a light/dark cycle between 14/10 h. Spherical embryos that were dividing normally were chosen and used for the analysis. Range-finding was applied and after that the zebrafish embryos were exposed to MA in well plates containing 20 embryos, having four replicates. Developmental effects and mortality rate were evaluated for 120h. NO levels of the embryos were evaluated using Griess Method.

**Results:** In present study no significant difference was observed in the NO levels of the embryos in the control group and in the MA exposed group. However, some developmental defects were observed in some of the MA exposed embryos. Lack of pigmentation was evident in one Dimethyl sulfoxide (DMSO) exposed embryo and pericardial edema was observed in some of the MA exposed embryos.

**Conclusions:** Our findings suggest that zebrafish embryos are useful models for the assessment of toxicity of dental MA and more research is necessary to determine the potential effects of MA exposure in embryos.

**Keywords:** Methacrylate, zebrafish, embryo, nitric oxide

### Öz

**Amaç:** Metakrilat (MA), tıp ve diş hekimliğinde yaygın kullanım alanı bulan bir monomerdur. MA türevleri biyomedikal cihazlarda köklü bir role sahiptir ve restoratif dental rezinler, kontakt lens materyalleri ve kemik sementinde kullanılır. Zebra balığı, toksisite potansiyeli testinde en yaygın kullanılan balık türlerinden biridir. Bu çalışmanın amacı, bir MA türevi olan polietilmetakrilat (PEMA) maruziyetinin zebra balığı embriyosunun gelişimine ve Nitrik oksit (NO) düzeylerine etkisini değerlendirmektir.

**Gereç ve Yöntem:** Erişkin AB türü zebra balıkları, akvaryum rafı sisteminde (Zebtec, Tecniplast, İtalya)  $27 \pm 1$  °C'de 14/10 saat açık / karanlık bir döngüde tutuldu. Normal bölünen ve küresel embriyolar seçildi ve çalışmalar için kullanıldı. Doz aralığı bulma deneylerinden sonra, zebra balığı embriyoları 4 tekrar şeklinde 20 embriyo içeren kuyu plakalarında metakrilata maruz bırakıldı. Gelişimsel etkiler ve mortalite oranı 120 saatte değerlendirildi. Embriyoların nitrik oksit seviyeleri, Griess Metodu kullanılarak değerlendirildi.

**Bulgular:** MA maruziyeti ve kontrol gruplarında NO düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak MA maruziyeti bazı embriyolarda gelişimsel bozukluklara neden olmuştur. Dimetil sülfoksit (DMSO) kontrol grubunda pigmentasyon azalması, MA maruziyeti grubunda ise perikardiyal ödem gözlenmiştir.

**Sonuçlar:** Bulgularımız, zebra balığı embriyolarının, dental MA'nın toksisite değerlendirmesi için yararlı modeller olduğunu ve embriyolarda MA maruziyetinin potansiyel etkilerini belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.

### INTRODUCTION

Methacrylates (MA) are important type of materials that show a broad range of properties. MA derivatives have been used for a long time in biomedical devices and are used in restorative dental materials as well as contact lens materials

Babak Altayib

<sup>1</sup>Marmara University, Faculty of Dentistry, 2nd Grade Student, Istanbul, Turkey

Ebru Emekli-Alturfan (✉), Gizem Eğilmezer, İsmail Ünal

<sup>2</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Dentistry, Marmara University, Istanbul, Turkey

e-mail: eiemekli@marmara.edu.tr

Ünsal Veli Üstündağ

<sup>3</sup>Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Istanbul Medipol University, Kavacık, Istanbul, Turkey

Rifat Gözneli

<sup>4</sup>Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Marmara University, Istanbul, Turkey

Submitted / Gönderilme: 15.05.2019

Accepted/Kabul: 25.06.2019

also in bone cement (1). Biocompatibility or in other words, tissue compatibility is explained as the capability of a material to respond a suitable host response when applied. MA derived resins are used in dentistry, mostly in deceit of dentures as well as orthodontic appliances (2). On the other hand, these materials are considered to be cytotoxic, if they leach different potential toxic molecules, generally as residual monomer. Accordingly cytotoxic effects of some acrylic derived resins or their migrated components have been shown in many *in vitro* and *in vivo* experiments and also in cell based studies. These *in vivo* and *in vitro* studies are important to examine the long term clinical and molecular effects of these materials, moreover to aid in improvement of alternate resins (2).

Zebrafish (*Danio rerio*) is a small tropical freshwater fish naturally from Himalayan region are today has become a popular model organism that is used in human diseases. As a vertebrate zebrafish, is closer to humans when compared with the invertebrate model organisms *Caenorhabditis elegans* and *Drosophila melanogaster* (3). Zebrafish is genetically similar to humans and easier to house and care when compared with rodents. Zebrafish are externally fertilized and has nearly 200-300 offspring when compared with the 5-10 obtained from rodents. Zebrafish embryos grow and develop very quickly, and both embryo and larvae are transparent, which makes them available for observation and for manipulation during all stages of their development and therefore facilitates experimental techniques. Because of these reasons zebrafish has become a commonly used model organism for toxicity potential testing (4).

Nitric oxide (nitrogen monoxide, NO), is a gaseous molecule, that is derived from l-arginine, a basic amino acid. When it was discovered, it became a great surprise because although other hormones and regulators in our body are composed of proteins, lipid-derived compounds, or other molecules, none of which are gaseous. NO influences different enzyme systems as a co-factor in some important enzymes. In many ways, NO has been believed to act as a hormone and regulate many different processes. For example, it leads to vasodilation by inhibiting the contraction of vascular smooth muscle. It has a rapid action and it is found in the blood only for seconds. Other functions include inhibition of platelet aggregation and inhibition of leukocytes adhesion to endothelia. NO has distinct roles which are not completely understood yet regarding different diseases, including as diabetes, atherosclerosis, and also

hypertension (5). Aim of this study was to investigate the possible effects of MA exposure on the NO levels and zebrafish embryo development.

## MATERIAL AND METHODS

### Maintenance of zebrafish

Wild type AB/AB Strain zebrafish were housed in an aquarium rack system (Zebtec, Tecniplast, Italy) at  $28 \pm 1$  °C under a light/dark cycle of 14/10 h. Fish were fed twice a day using commercial flake food and live Artemia was also given as complement. Reverse osmosis water was used for the experiments and the water was supplemented with 0.018 mg L<sup>-1</sup> Instant Ocean™ salt. After their natural spawnings the fertilized embryos were gathered then they were cultured, and they were staged according their developmental time and morphological criteria based on the methods that were described previously (4,6). Since embryos used in this study were younger than 5 days old, no licence is needed by Council of Europe (1986), Directive 86/609/EEC or Marmara University ethics committee.

### Embryo exposure

For the exposure experiments newly fertilized eggs were selected, they were collected and rinsed two or three times in water before their use. The spherical embryos that were dividing normally were selected and they were used for all of the explained studies. Range-finding experiments were performed and then zebrafish embryos were exposed to the powder of one type of MA based product (ingredient: Polyethylmetacrylate: PEMA) (Ufi Gel Hard; Voco GmbH, Cuxhaven, Germany), which is used as a chair-side relining material for acrylic based dentures. The exposure was made in well plates containing 20 embryos, having 4 replicates. Dimethyl sulfoxide (DMSO) was used as the solvent. Nitric oxide (NO) levels of the embryos were evaluated at the end of 72h using Griess Method (6). Each day the solutions for exposure were renewed with fresh solutions. When the exposure period ended, the embryos were washed two or three times with water and they were allowed for development until 120 hpf. Using a stereomicroscope (Zeiss Discovery V8, Germany) developmental parameters were monitored and documented. Every 24 hours mortality and hatching rate of the embryos were determined. Malformation images of were captured every 24 hours and calculated to find abnormal embryo percentage. Malformations and

abnormalities of the embryos including axial malformations, pericardial edema and yolk sac edema were evaluated. Furthermore interruption in development was determined by comparing the exposure group with the control embryos.

**Biochemical Analyses**

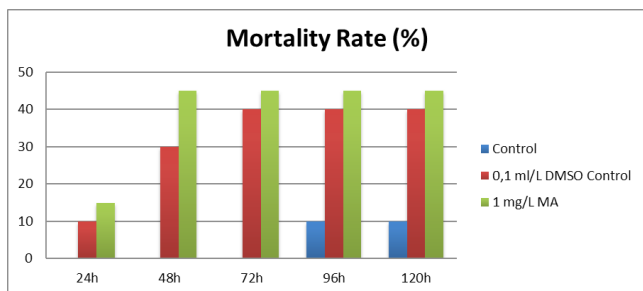
Zebrafish embryos that were at 72hpf were used for the biochemical analyses. The embryos were used as replicate pools consisting of 72 hpf zebrafish (n=5, 100 individuals per pool). Pools were prepared and for each pool hundred embryos were homogenized in 1ml PBS, this was followed by centrifuging step. For the biochemical parameters the supernatant was used.

**NO Determination**

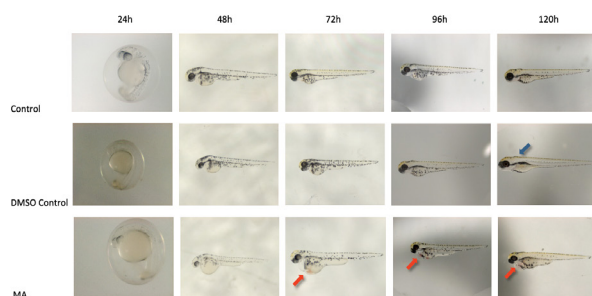
NO method is performed based on the ability of nitrate reduction to nitrite using vanadium (III) chloride. Within an acidic environment, nitrite and sulfonamide reacted with N-(1-Naphtyl) ethylenediamine dihydrochloride. This reaction led to the formation of complex diazonium compound. A colored complex was produced and it was measured at 540 nm using a spectrophotometer. Then the results were given as nmol NO/mg protein (6).

**RESULTS**

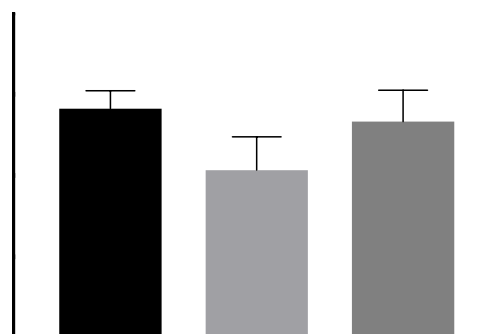
Mortality rates are given for the methacrylate and the control groups are given in Figure 1. Increased mortality was observed in the MA exposed embryos after 24h. Developmental stages as well as the malformations are given in Figure 2. Lack of pigmentation was observed in the DMSO group. Pericardial edema was observed in some embryos of the MA group (Figure 2). No significant differences were observed in NO levels between the groups (Figure 3).



**Figure 1.** Mortality rates of the groups. MA: Methacrylate;h:hour



**Figure 2.** Development of the zebrafish embryos in the groups at 24 hpf, 48hpf, 72hpf, 96hpf and 120hpf. Blue arrow indicates decreased pigmentation and red arrow indicate pericardial edema. Hpf: hours post fertilization; MA: Methacrylate; DMSO: Dimethyl sulfoxide



**Figure 3.** Nitric oxide levels of the embryos at 72 hpf (hours post fertilization); MA: Methacrylate; DMSO: Dimethyl sulfoxide. Replicate pools of 72 hpf zebrafish (n=5, 100 individuals per pool) were used. Values are given as mean±standart deviation.

**DISCUSSION**

A biocompatible material has a special structure of being non-destructive in the biological environments. Dental materials are known to release some substances into the oral environment in different degrees. Biopolymers are used in many areas in dentistry including cavity restorative materials, sealants, impression materials, cements, as well as orthodontic, habit breaking and oral and maxillofacial appliances. They are also used in dentin bonding agents and cleft palate plates as well as maxillary supports (7).

MA, is widely used in dentistry as well as medicine. Some adverse effects of MA has been reported related

with abnormal structures or lesions in different tissues. Both *in vitro* and *in vivo* clinical studies have shown that monomers may lead to irritation to mucous membranes and skin, eyes, and may lead to some conditions such as liver toxicity, allergic dermatitis, stomatitis, as well as disruption of central nervous system and even fertility disturbances (8-10). Since a very big part of the restorations are made using polymers and monomers, the dental staff using them may be suggested to be at a higher risk of deleterious effects of monomers than the patients (7).

Accordingly the present study aimed to evaluate the effects of MA exposure on developing zebrafish embryo. Zebrafish embryos have become a useful model organism to detect the toxicity of chemicals. NO metabolites are related with the genotoxic and carcinogenic effects of toxic substances and they play major roles in the regulation of DNA damage, lipid and protein modifications. NO can directly act as a radical and damage or protect the cell milieu or it can indirectly affect through its byproducts leading to oxidative and nitrosative stress. NO can also interact with mitochondria and inhibit respiration (11). In our study no significant change was observed in the NO levels of the embryos in the control group and in the MA exposed group. It may be suggested that the dose of MA used in this study did not cause an inflammatory or oxidant response leading to an increase in NO levels. However, some developmental defects were observed in some of the MA exposed embryos. Lack of pigmentation was evident in one DMSO exposed embryo and pericardial edema was observed in some of the MA exposed embryos. Various small molecules have been shown to cause extraordinary cardiac defects and disturb blood circulation in the zebrafish embryo. These defects can be the result of many different origins. For example, defects in cardiac progenitor cells or differentiation specification; heart tube morphogenesis, cardiac chambers, problems of atrioventricular canal and proper cardiac function (12). In our study, although MA exposure did not alter NO levels the

mechanism underlying developmental defects need further investigations.

## REFERENCES

1. Holmes PF, Bohrer M, Kohn J. Exploration of polymethacrylate structure-property correlations: Advances towards combinatorial and high-throughput methods for biomaterials discovery. *Prog Polym Sci* 2008;33(8):787-796.
2. Gautam R, Singh RD, Sharma VP, Siddhartha R, Chand P, Kumar R. Biocompatibility of polymethylmethacrylate resins used in dentistry. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2012; 100(5):1444-1150.
3. Ünal İ, Emekli-Alturfan E. Fishing for Parkinson's Disease: A review of the literature. *J Clin Neurosci* 2019; 62:1-6.
4. Üstündağ ÜV, Ünal İ, Ateş PS, Alturfan AA, Yiğitbaşı T, Emekli-Alturfan E. Bisphenol A and di(2-ethylhexyl) phthalate exert divergent effects on apoptosis and the Wnt/ $\beta$ -catenin pathway in zebrafish embryos: A possible mechanism of endocrine disrupting chemical action. *Toxicol Ind Health* 2017; Dec;33(12):901-910.
5. Litwack G. Preface. Nitric oxide. *Vitamines Hormones* 2014;96:xvii-xviii.
6. Miranda KM, Espey MG, Wink DA. A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite. *Nitric Oxide* 2001;5(1):62-71.
7. Gosavi SS, Gosavi SY, Alla RK. Local and systemic effects of unpolymerised monomers. *Dent Res J (Isfahan)* 2010;7(2):82-87.
8. Fakhouri J, Sarkis R, Chababi-Atallah M, Aftimos G. Toxic effects of methyl methacrylate monomer on male genital tissues. *In vitro study in rats. J Med Liban* 2008;56(1):22-26.
9. Keyf F, Keyf I. Harmful effects of methylmethacrylate and formaldehyde from acrylic resin denture base materials. *Saudi Dental Journal* 1998;10(1):23-8.
10. Leggat PA, Kedjarune U. Toxicity of methyl methacrylate in dentistry. *Int Dent J* 2003;53(3):126-131.
11. Habib S, Ali A. Biochemistry of nitric oxide. *Indian J Clin Biochem* 2011;26(1):3-17.
12. Miura GI, Yelon D. A guide to analysis of cardiac phenotypes in the zebrafish embryo. *Methods Cell Biol* 2011;101:161-180.

# Prepress Direct Midline Diastema Closure in a Single Visit: 18 months Follow-up Report

## Orta Hat Diastemasının Tek Seansta Preparasyonsuz Tedavisi: 18 Aylık Takip Raporu

Ezgi TÜTER<sup>1</sup> , Bora KORKUT<sup>1</sup> , Pınar YILMAZ ATALI<sup>1</sup> , Cafer TÜRKMEN<sup>1</sup> 

### Abstract

Maxillary midline (major) diastemas, which are common aesthetic problems for the patients may frequently occur due to high frenulum junctions. Direct prepress composite resin restorations can be economical and successful after the treatment of abnormal frenum. The present paper reports a case of maxillary major diastema due to high frenulum, which was treated with non-invasively direct composite resin restorations after frenectomy and office bleaching procedures. The success of the final restorations were assessed in 3 month, 9 month and 18 month follow ups.

**Keywords:** Aesthetic dentistry, midline diastema, prepress restoration

### Öz

Hastalar için yaygın estetik problemlerden biri olan maksiller orta hat diastemaları, yüksek frenulum bağlantısı kaynaklı oluşabilir. Direk preparasyonsuz kompozit rezin restorasyonlar, normal olmayan frenum bağlantısı tedavisinden sonra ekonomik ve başarılı olabilir. Bu yayında, yüksek frenulum nedeniyle meydana gelen bir maksiller majör diastema vakası bildirilmiştir. Diastema, frenektomi ve ofis tipi beyazlatma prosedürlerinden sonra invaziv olmayan direkt kompozit rezin restorasyonları ile tedavi edilmiştir. Restorasyonların başarısı 3 ay, 9 ay ve 18 ay takiplerinde değerlendirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Estetik Diş Hekimliği, orta hat diasteması, preparasyonsuz restorasyon

### Introduction

Aesthetic outlook has become as important as function and phonation with increasing social awareness. Midline (major) diastema is one of the reasons of aesthetic problems for the patients. The etiology is usually multifactorial such as labial frenulum, microdontia, mesiodens, dental malformations and genetic factors. Treatment options for rehabilitation of these unwilling spaces are more varied with the recent developments in adhesive dentistry. In today's dentistry, the diastemas can be closed permanently and aesthetically with direct composite resins without any preparations.

### Methods

In this case report, a 23-year-old male patient applied to Marmara University Faculty of Dentistry, Department of Restorative Dentistry Clinic. According to the clinical examinations, a major diastema due to high frenulum junction was considered (Figure 1,2). As having no contraindications, treatment plan was considered as the following procedures respectively: frenectomy, office bleaching and direct-prepress diastema closure with composite resin.



Figure 1. Initial

Ezgi Tüter (✉)

<sup>1</sup>Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Marmara University, Istanbul, Turkey

e-mail:

Bora Korkut, Pınar Yılmaz Atalı, Cafer Türkmen

<sup>1</sup>Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Marmara University, Istanbul, Turkey

Submitted / Gönderilme: 26.11.2018

Accepted/Kabul: 14.05.2019



**Figure 2.** Initial

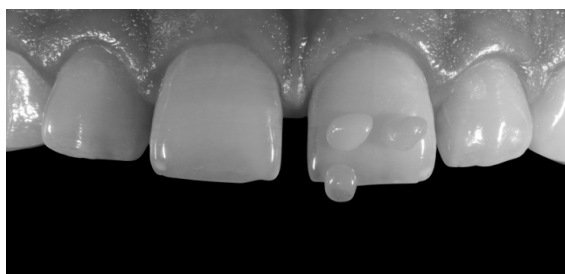
At the first appointment, frenectomy operation was planned to solve the reason of the midline diastema and the operation was done in Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Marmara University. Periodontal tissue healing was completed in six weeks. Three sessions of vital office bleaching, 20 minutes for each, was done with 40% hydrogen peroxide gel (Opalescence Xtra Boost, Ultradent, USA). Restorative treatment was arranged two weeks after the vital bleaching (Chemical composition of the materials were shown in Table 1). Firstly, the most proper shades of a supra-nano spherical inorganic filler containing resin composite, were selected by using the ‘Button Technique’ and selected as ‘A1B’ and ‘NE’ shades (Estelite Asteria, Tokuyama Dental, Japan) (Figure 3,4). After isolation with rubber dam (Figure 5), the whole enamel surfaces were etched selectively with 36% phosphoric acid (DeTrey Conditioner 36, Dentsply, Germany) for 30 seconds, rinsed and slightly dried. Following that an universal adhesive agent (Universal bond, Kuraray Noritake, Japan) was applied to the etched surfaces and polymerized for 20 seconds with a LED polymerization unit (Valo, Ultradent, USA). A specific anterior transparent matrix system (CoForm Strips, Directa, Sweden) was used to create the emergence profiles of the restorations<sup>14</sup> (Figure 6). ‘NE’ shade resin was used for enamel and ‘A1B’ shade resin was used for dentin replacements. Glycerin gel (Air Barrier, GC, Japan) was applied to eliminate the oxygen inhibition layer (Figure 7). All the composite increments were applied with layering technique and polymerized for 10 seconds for each layer according to the manufacturer’s instructions. Polishing discs (SofLex, 3M ESPE, USA) were used for marginal, interdental strips (Epitex, GC, Japan) were used for interdental polishing (Figure 8, 9, 10, 11) and only two spiral polishing twists in two different grains (Twist Dia, Kuraray, Japan) were used for labial surface polishing (Figure 12, 13). The patient was called for the follow-up appointments at 3 month (Figure 14, 15), 9 month (Figure 16, 17) and 18 month (Figure 18).

**Table 1.** The composition of the materials used. 3,9,11,18

	Composition	Manufacturer
Estelite Asteria	Filler: 82 WT% Supra-Nano Spherical Filler (200 nm SiO <sub>2</sub> -ZrO <sub>2</sub> ) Base resin: Bis-GMA, Bis-MPEPP, TEGDMA, UDMA	Tokuyama Dental, Japan
Clearfil Universal Bond	Bis-GMA, HEMA, ethanol, 10-MDP, hydrophilic aliphatic dimethacrylate, colloidal silica, dl-camphorquinone, silane coupling agent, accelerators, initiators, water	Kuraray Noritake, Japan
DeTrey Conditioner 36	Contains 36% orthophosphoric acid	Dentsply, Germany
Opalescence Xtra Boost	Potassium hydroxide 10–20, sodium fluoride 5–10, potassium nitrate 15–25	Ultradent, USA



**Figure 3.** Shade Selection / High contrast



**Figure 4.** Shade Selection / Black & White



**Figure 5.** Isolation



Figure 6. Adaptation of interdental strips



Figure 7. Glycerine application



Figure 8. Coarse

Figure 9. Medium



Figure 10. Fine

Figure 11. Extra Fine

Application of interdental polishing strips respectively



Figure 12. Immediate after the restorations



Figure 13. Immediate after the restorations



Figure 14. 3 months recall



Figure 15. 3 months recall



Figure 16. 9 months recall



Figure 17. 9 months recall



Figure 18. 18 months recall (Fracture Detected)

### Results

The final restorations were evaluated according to the modified United States Public Health Service (USPHS) criterias at 3rd, 9th, 18th months recalls (Table 2).

Restorations were scored as “Alpha”, based on clinical examination at 3<sup>rd</sup> month re-call. At 9<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> months controls, marginal discoloration on cervical margin of tooth #21 was detected. At 18<sup>th</sup> month surface textures on both teeth were slightly worn away. Also a fracture was observed on mesio-incisal margin of tooth #11 thus the anatomical form was considered as slightly on contoured. The fracture was corrected at 18 month follow-up and the patient was called for the further follow-ups.

Table 2. Modified USPHS Scores of 3, 9, 18 month-follow-ups<sup>20</sup>

Category	Score	Criteria	Re-call (Month)		
			3	9	18
RESTORATION	Alpha (A) Bravo (B) Charlie (C)	Restoration is present Restoration is partially lost Restoration absent	A	A	B
MARGINAL INTEGRITY	Alpha (A) Bravo (B) Charlie(C) Delta (D)	Resin-enamel interface is excellent; restoration closely adapted to the tooth No crevice is visible at margins Crevice at margin, enamel exposed Restoration is mobile, fractured or missing	A	A	A
MARGINAL DISCOLORATION	Alpha (A) Bravo (B) Charlie (C) Delta (D)	No discoloration on the margin between the restoration and the tooth structure Slight staining can be polished away Obvious staining cannot be polished away Gross staining	A	B	B
ANATOMICAL FORM	Alpha (A) Bravo (B) Charlie (C) Charlie (C)	Restoration continuous with existing anatomical form and margins Restoration is slightly overcontoured or oncontoured Restoration is undercontoured, dentin or base exposed Restoration is missing	A	A	B
SECONDARY CARIES	Alpha (A) Charlie (C)	No evidence of caries contiguous with the margin of the restoration Caries evident contiguous with the margin of the restoration	A	A	A
SURFACE TEXTURE	Alpha(A) Bravo (B) Charlie (C) Delta (D)	Smooth surface Slightly rough or pitted Rough, cannot be refinished Surface deeply pitted, irregular grooves	A	A	B
SHADE MATCH	Alpha (A) Bravo (B) Charlie (C) Delta (D)	Restorations matches the shade and translucency of adjacent tooth structure Discoloration between restoration and tooth structure within the normal range of tooth Discoloration between restoration and tooth structure outside the normal range of tooth Unacceptable color, shade and translucency	A	A	A
POSTOPERATIVE SENTITIVITY	Alpha (A) Bravo (B) Charlie (C)	No postoperative sensitivity Postoperative sensitivity Postoperative sensitivity with treatment need	A	A	A



## Discussion

Al-Rubayee reported midline diastema incidence as 28%, in maxillary 22.5%, in mandibular 2.3%, and in both arches 3.2%). The majority of females (87.5%) found with median diastema is one of the reasons of un-esthetic outlook.<sup>1</sup> Midline diastema often occurs with band of thick heavy fibrous tissue lies between central incisors.<sup>8</sup> Dental material arch length discrepancy has a multifactorial etiology such as; missing teeth, microdontia, macrognathia, peg-shaped laterals, thumb sucking, tongue thrusting, soft tissue and hard tissue pathologies (cysts, tumors and odontomas).<sup>12</sup> The diastemas can be closed restoratively, orthodontically or with combination of both. Clinical parameters such as number and size of the diastemas, play a key role in that.<sup>7</sup> The restorative approach includes direct composite and indirect ceramic treatments.<sup>2</sup> Recent composite resin materials have improved mechanical and optical properties, hence are aesthetic, stable and have a longevity of adhesion mainly to enamel.<sup>8</sup> The physical and chemical improvements have also optimized the color stability and improved the wear resistance of the composite resins.<sup>8,10</sup> Diastema closure with direct composite resins is a clinically proven treatment procedure today.<sup>6</sup> Moreover, in this method also no preparation is needed if only proper enamel adhesion is carried out.<sup>6</sup>

In this case, prep-less resin composite restoration was selected as the treatment method for a major diastema closure. Composite layering concept including the use of two separate composite shades was considered to restore the natural alike tooth anatomy.<sup>5</sup> A supra-nano inorganic filler containing resin composite, Estelite Asteria was used to emulate the natural dental layers. Improved physical properties (inorganic filler silica-zirconia 71% volume / 82% weight; flexural strength 101MPa) of this resin have possibly increased the durability of the restorations.<sup>13</sup> That also increased the resistance to surface wear though slight surface abrasions on both restorations were detected at 18<sup>th</sup> month recall which are predictable for any composite resin restoration in such time period. The fracture of the restoration on tooth #11 at 18<sup>th</sup> month was due to an acute trauma while chewing as the patient explained, which is also acceptable. As one of the main advantages of composite resin restorations is direct easy repair, the fracture was corrected in a single visit by using composite repair protocols.<sup>19</sup> Very small sized fillers (inorganic filler size, 200nm) improved the polishability of the resin hence decreases the surface

roughness. This explains the high, long-term resistance to discoloration under the conditions of the case presented.

In dentistry, three external bleaching techniques are used: night guard (home) bleaching, in office bleaching and over the counter whitening products.<sup>15</sup> When compared to night guard bleaching, in office bleaching technique has many advantages such as handling by dentist, avoidance of soft tissue exposure, reduced treatment time and immediate results.<sup>16</sup> This technique requires the application of hydrogen peroxide in high concentration for a short time.<sup>17</sup> Office bleaching technique was used in this study.

A fracture on tooth# 11 was corrected at 18 month follow-up by using standard composite repair protocols.<sup>19</sup> Air abrasion, silane, adhesive agent and composite resin (A1B, NE) were used respectively for the repair (Figure 19, 20).



**Figure 19.** Correction of the Fractured Restoration



**Figure 20.** Correction of the Fractured Restoration

The patient's aesthetic problem was resolved with a conservative way including office bleaching and direct resin composite restorations without any preparations. At 18 month recall except a small mesio-incisal fracture on tooth #11, the modified USPHS scores of the restorations were considered as acceptable.<sup>20</sup> The fracture was repaired at the same visit and the patient was called for further follow-ups.

## References

1. Elfadel II, Abuaffan AH. Prevalence and Etiology of Midline Diastema among Sudanese University Students. *Indian Journal of Dental Education*. 2016;9(1):15-20 Prevalence and Etiology of Midline Diastema among Sudanese University Students. *Indian Journal of Dental Education*.
2. Prabhu R, Bhaskaran S, Geetha Prabhu KR, Eswaran MA, Phanikrishna G, Deepthi B. Clinical evaluation of direct composite restoration done for midline diastema closure – long-term study. *Journal of pharmacy & BioAllied Sciences*. 2015;7(2):559-562 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4606659/>
3. AIDA A, N Masatoshi, S Naoko, K Yukinori , M.F. Richard, T Junji. Effect of enamel margin con guration on color change of resin composite restoration. *Dental Materials Journal*. 2016;35(4):675–683 AIDA A, N Masatoshi, S Naoko, K Yukinori , M.F. Richard, T Junji. Effect of enamel margin con guration on color change of resin composite restoration. *Dental Materials Journal*. 2016; 35(4):675–683
4. Korkut B. Emulating Natural Morphology In Anterior Crown Fractures: Two Years Follow-up Report. *Adv Dent & Oral Health*. 2017;6(1):1-5
5. Aslam A, Ahmed B, A Azad, O Nida, N Maleeha. Layers to a beautiful smile: composite resin stratification. *Pakistan Oral & Dental Journal*. 2016;36(2):335-340 <https://search.proquest.com/docview/181.007.1159?pq-origsite=gscholar>
6. Bakır EP, Yıldırım ZS, Bakır S. The anterior polidiastema closure with direct composite resin restorations: 5 case report. *Journal of dental faculty Atatürk University*. 2016;15:18-25
7. Araujo E M, Fortkamp S. Closure of Diastema and Gingival Recontouring Using Direct Adhesive Restorations: A Case Report. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2009; 21(4):229-240
8. Katsarou T, Antoniadou M, Papazoglou E. Effectiveness and optical illusions applied on a single composite resin veneer for the diastema closure of maxillary central incisors. *The International Journal of Esthetic Dentistry*. 2017;12:42-59
9. Chen C, Niu LN, Xie H, Zhang ZY, Zhou LQ, Jiao K, Chen JH, Pashley DH, Tay FR. Bonding of universal adhesives to dentine old wine in new bottles? *Journal of dentistry Elsevier*. 2015;43(5):525-36
10. Korkut B, Yanıkoğlu F, Tağtekin D. Direct Midline Diastema Closure with<sup>[11]</sup> Composite Layering Technique: A One-Year Follow-Up. *Hindawi Publishing Corporation<sup>[11]</sup>Case Reports in Dentistry*. 2016;2016:1-5
11. Gezawi ME, Haridy R, Elazm EA, Al-Harbi F, Zouch M, Kaisarly D. Microtensile bond strength, 4-point bending and nanoleakage of resin – dentin interfaces: Effects of two matrix metalloproteinase inhibitors. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2018;78:206–213
12. Nainar SM, Gnanasundaram N. Incidence and etiology of midline diastema in a population in south India (Madras) *Angle Orthodontist*. 1989;59:277–82
13. Kano Y, Nakajima M, Aida A, Seki N, Foxton RM, Tagami J. Influence of enamel prism orientations on color shifting at the border of resin composite restorations. *Dental Materials Journal* 2018;37(2):341–349
14. Goyal A, Nikhil V, Singh R. Case Report: Diastema Closure in Anterior Teeth Using a Posterior Matrix. *Hindawi Publishing Corporation<sup>[11]</sup>Case Reports in Dentistry*. 2016;2016:1-6
15. Heymann HO. Tooth whitening: facts and fallacies. *Br Dent J* 2005; 198(8):514
16. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *The Journal of the American Dental Association* 2004;135(2):194–201
17. Alharbi A, Ardu S, Bortolotto T, Krejci I. In-office bleaching efficacy on stain removal from CAD/CAM and direct resin composite materials. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30:51–58
18. Dominguez JA, Bittencourt B, Michel M, Sabino N, Gomes Joc, Gomes Omm. Ultrastructural Evaluation of Enamel After Dental Bleaching Associated With Fluoride. *Microscopy research and technique*. 2012;75(8):1093-1098
19. Tabatabaei HM, Alizade Y, Taalim S. Effect of Various Surface Treatment on Repair Strength of Composite Resin. 2004;4(1):5-11
20. Lempel E, Lovasz B. V, Meszarics R, Jeges S, Toth A, Szalma J. Direct resin composite restorations for fractured maxillary teeth and diastema closure: A 7 years retrospective evaluation of survival and influencing factors. *Dent Mater*. 2017;33(4), 467-476.

# Sabit Protetik Restorasyonlarda Marjinal Adaptasyon

## Marginal Adaptation in Fixed Prosthetic Restorations

Muhammed Abdullah KELEŞ<sup>1</sup>, Can METİNER<sup>2</sup>, Şebnem Begüm TÜRKER<sup>3</sup>

### Öz

Restorasyonların marjinal uyumu yetersiz olduğu durumlarda, zaman içerisinde yapıştırıcı simanın çözünmesi ile diş ve restorasyon arasında oluşacak olan boşluğu bakteri ve yiyecek artıkları doldurur. Bu durum plak birikimi ile sonuçlanır. Bu aralık alanda toplanan plak zaman içerisinde çürüklere, periodontal dokularda hasara ve sonuç olarak protezin başarısızlığına neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı marjinal adaptasyonu etkileyen faktörleri tartışmak ve diş yapısı ile restoratif materyal arasındaki marjinal adaptasyonu inceleme yöntemleri hakkında bilgi vermektir.

**Anahtar Kelimeler:** marjinal adaptasyon, mikrosızıntı

### Abstract

Marginal fit plays an important role for a dental restoration. The degradation of cement in oral cavity can result in loss of marginal seal, retention of plague, development of secondary dental caries and periodontal diseases. Increasing marginal discrepancy results in progressive cement dissolution. The aim of this study was to discuss the factors effecting the marginal adaptation and informing about the methods which have been used to evaluate the marginal adaptation between tooth structure and restorative materials.

**Keywords:** marginal adaptation, microleakage

### GİRİŞ

Sabit dental restorasyonlar temel olarak hastanın ağız ve genel sağlığına zarar vermeden eksik dokuların estetiğini ve fonksiyonunu geri kazandırmayı amaçlar (Rosenstiel ve ark, 2006). Restorasyon ve preparasyon kenarları arasındaki morfolojik uyum marjinal adaptasyon olarak tanımlanır. Kuron restorasyonlarının prognozunda kullanılan materyalin kırılma direnci ve marjinal adaptasyonun başarı önemli kriterlerdir (Goldin ve ark, 2005).

Yetersiz marjinal adaptasyon destek diş ve çevre dokular üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Marjinal aralık ağızdaki bakterilere geçiş yolu sağlar ve bu bakterilerin konağa adezyonuna zemin hazırlar. Bu durum sekonder çürük oluşumuna ve diş eti reaksiyonlarına zemin hazırlamaktadır. Bakterilerin dentin tübüllerinden pulpaya doğru penetrasyonu sonrası endodontik inflamasyon meydana gelebilir. Yetersiz marjinal adaptasyona bağlı olarak diş üzerinde oluşan stresler dişin ve restorasyonun uzun dönemdeki başarısını olumsuz etkileyebilmektedir. (Nawafleh ve ark, 2013).

Restorasyonların kalitesi ve klinik başarısı değerlendirilirken marjinal adaptasyon temel belirleyici kriterdir. Tam seramik restorasyonlarda iyi bir marjinal adaptasyonun; restorasyonun uzun süreli klinik başarısı, dental ve periodontal dokuların bütünlüğü, yapıştırıcı simanın ömrü ve restorasyonun kırılma direnci için önemli kriterlerdir (Conrad ve ark, 2007).

Marjinal açıklık restorasyonun değiştirilmesi için tek başına yeterli değildir. Marjinal kenarlardaki aralığa bağlı olarak oluşacak mikrosızıntı ve sekonder çürüklerin varlığı restorasyonun prognozunu olumsuz etkilemektedir (Anusavice 1989). Restorasyon ile diş dokusu arasında sıvı, bakteri, molekül ve iyon geçişi mikrosızıntı olarak

Muhammed Abdullah Keleş

<sup>1</sup> Dr. Dt, Mihrimah Sultan Tıp Merkezi, İstanbul, Türkiye

Can Metiner

<sup>2</sup> Araştırma Görevlisi Dt, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı İstanbul, Türkiye

Ş. Begüm Türker (✉)

<sup>3</sup> Prof Dr. Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı İstanbul, Türkiye

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 34854 Başbüyük, Maltepe / İstanbul, Türkiye

e-mail: begumturker@hotmail.com

Tel:0216.412.1621 (1777), Fax:0216 421 02 91

Submitted / Gönderilme: 10.04.2019

Accepted/Kabul: 25.06.2019

tanımlanabilir. Kuron marjcininde var olan mikrosızıntı restorasyonun başarısızlığına sebep olabilir. Marjinal uyumsuzluk, siman kalınlığı ve mikrosızıntı arasında bir doğru orantı söz konusudur. Mikrosızıntının olması pulpa dokusunda hassasiyet oluşmasına ve zaman içerisinde dişin vitalitesinin kaybına neden olabilir (Bindl ve ark, 1989).

Kuron veya köprü restorasyonlarından sonra oluşan periodontal doku cevabını inceleyen bir çalışmada, pürüzlü yüzeye sahip, dişeti altında bitirilen ve marjinal adaptasyonu kötü olan restorasyonların çok daha yüksek oranda enflamasyona neden olduğunu ancak pürüzsüz cilalı yüzeylere sahip, marjinal adaptasyonu iyi restorasyonların çevresinde de diş eti enflamasyonunun gelişebildiği bildirilmiştir (Knoernschild ve Campbell 2000).

Literatürde sabit restorasyonların kabul edilebilir marjinal aralık değeri net olarak ifade edilmemektedir. Amerikan Diş Hekimleri Birliğinin (ADA) 8 nolu tanımlamasında dental kronun için yapıştırıcı simanın kalınlığının en az 40 µm olması gerektiği bildirilmiştir (American Dental Association 1971). Klinik olarak bu değerlere nadiren ulaşılabilmesine rağmen, hedef değerler olarak kabul edilmektedir. McLean ve Von Fraunhofer, 5 yıllık periyotta 1000 sabit restorasyonun marjinal uyumunu incelemişler ve 80 µm'den az olan marjinal boşluğun klinik şartlar altında tespitinin zor olduğunu belirtmişlerdir (McLean ve von Fraunhofer 1971). Literatürde, tam seramik sistemler için farklı marjinal adaptasyon değerine bildiren çalışmalar mevcut iken optimum bir değer bildirilmemiştir. Marjinal adaptasyon çalışmalarında 7.5 µm ile 206.3 µm arası değişen oldukça farklı değerler ortaya görülmüştür. Bu çeşitliliğin nedeni uyumun değerlendirilmesinde kullanılan tekniklere, takip edilen test parametrelerine ve kullanılan materyale dayandırılabilir (Nawafleh ve ark, 2013).

Restorasyon materyali ile diş dokusu arasındaki geçiş morfolojik olarak farklı şekillerde belirlenebilir. Düzgün geçiş, iki materyal arasında aralık olmayan durumu; marjinal açıklık, iki materyal arasında temas olmayan durumu; pozitif basamak, restorasyon materyalinin seviyesinin diş dokusu seviyesinden dışarda olduğu durumu; negatif basamak, restorasyon materyalinin diş dokusu seviyesinden içerde olduğu durumu; overfilled ilişki, restorasyon materyalinin kavite marjini üzerine yayıldığı durumu ifade etmektedir (Anusavice 1989).

Kenar uyumunu inceleyen çalışmalarda ölçüm için kullanılan referans noktaları ve kullanılan terimler araştırmacılar arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılıkları önlemek için Holmes ve arkadaşları, çalışmalarında

restorasyon ve diş dokusu arasındaki çok sayıda noktayı incelemiş ve kullanılan terimleri açıklamışlardır (Holmes ve ark, 1989). Restorasyon ile diş arasındaki uyumsuzluklar; iç yüzeyde, kenarlarda veya restorasyonun dış yüzeyinde yapılan ölçümlerle belirlenebilir. Restorasyonun iç yüzeyi ile preparasyonun aksiyal duvarı arasındaki dik ölçüm "internal aralık" olarak belirlenmektedir. Aynı ölçüm restorasyon kenarında yapıldığı zaman "marjinal aralık" olarak ifade edilmektedir. Restorasyonun çıkış yönüne paralel olarak "vertikal marjinal uyumsuzluk", dikey olarak ise "horizontal marjinal uyumsuzluk" ölçülür. Horizontal ve vertikal marjinal uyumsuzluğun açısız kombinasyonu ise "mutlak marjinal uyumsuzluk" olarak tanımlanmıştır (Conrad ve ark, 2007; Holmes ve ark, 1989). Taşkın kenarlar, marjinal aralıktan restorasyonun dış yüzüne kadar olan mesafe ile eksik kenarlar (underextended), marjinal aralıktan dişin kenar açısına kadar olan mesafe ile ölçülür (Conrad ve ark, 2007; Holmes ve ark, 1989).

### Marjinal Adaptasyonu Etkileyen Faktörler

Araştırmacılar farklı deney şartları kullanmışlar ve marjinal aralığı farklı şartlar altında ölçmüşlerdir. Ölçümü; in vivo veya in vitro, simantasyon öncesi veya sonrası, chamfer veya shoulder preparasyon dizaynı ve örnek sayısı ile örnek başına yapılan ölçüm sayısı etkilemektedir. Bu şartların hazırlanmasındaki farklılıklar sonuçlarda tutarsızlık olmasına yol açmaktadır ve seramik sistemlerin klinik olarak kabul edilebilir marjinal aralık değerinin tartışmalı olmasına neden olmaktadır. Aynı kuron sistemi bir çalışmada mükemmel marjinal uyuma sahip olarak düşünülürken başka bir çalışmada klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içerisinde olmayabilmektedir (Nawafleh ve ark, 2013).

Klinik olarak, diş preparasyonu, ölçü tekniği ve simantasyon metodolojisi test sürecini komplike hale getirmekte, ideal şartlardan sapmalara neden olmakta ve in vivo çalışmaları in vitro çalışmalardan zor hale getirmektedir. İn vitro çalışmalar, in vivo olarak sağlanması çok zor olan optimal ve standardize şartları deneysel olarak sağlayabilmektedir (Nawafleh ve ark, 2013). Restorasyonların marjinal adaptasyonunu; kullanılan materyaller, preparasyon şekli ve tipi, kullanılan ölçü materyalleri ve yöntemleri, laboratuvar işlemleri, kullanılan simanın viskozitesi, siman ile diş dokusu ile koping arasındaki fiziko-kimyasal bağlantı, nem, ısı, kuron ve siman tipi ile simantasyon sırasında uygulanan yük gibi çok sayıda etkileyici faktör bulunmaktadır (Gavelis ve ark, 1981).

### Preparasyonun şekli

Preparasyon şeklinin olası etkisi simantasyon esnasında meydana gelmektedir. Prepare edilen dişin aksiyal duvarı ile kuronun iç yüzeyinin aksiyal duvarı birbirine temas ettiğinde siman materyali için gerekli kaçış yolu azalmaktadır. Kuron restorasyonu içindeki hidrostatik basınç artmaya başlar. Hastanın ısırma kuvveti ile dengeleninceye kadar ve kuronun net oturmasını engelleyecek bir güç oluşturur. Siman tamamen sertleşmediyse uzaklaşmaya devam edecektir ancak sertleşmeye başladıysa aksiyal duvardaki siman partikülleri kuronun tam oturmasına engel olacaktır. Net bitim sınırlarının (shoulder gibi) fazla simanın simantasyon safhasının başlangıcında uzaklaşmasını kolaylaştırdığı ve böylece kuron restorasyonunun tam oturmasına katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Nawafleh ve ark, 2013).

Preparasyonun bitiş çizgisi restorasyon marjiniinde materyalin şeklini ve kalınlığını belirlediği gibi restorasyonun kenar uyumunu ve oturma açısını da etkiler. İyi uyumlu restorasyonlarda bile restorasyon ve preparasyon arasında bir aralık vardır. Bu aralığı azaltmak amacı ile bevel hazırlanması söz konusu olmuştur. Marjin açısının küçülmesi dar açı haline gelmesi ile restorasyon ile preparasyon arası mesafe azalır. Shillingburg ve ark. (1997) shoulder dizaynındaki metal kütesinin daha fazla ve rijit olduğunu bildirmiştir. Böylece chamfer preparasyon şeklinden daha az distorsiyon gösterir (Schillingburg ve ark, 1997). Bu 2 preparasyon şeklindeki metal hacmi farkı marjinaldeki distorsiyon miktarında farklılık göstermeyecek kadar azdır (Dittmer ve ark, 2009).

Goodacre ve arkadaşları 2001 yılında yaptıkları araştırmada son 50 yılda İngilizce yazılmış tüm literatürleri tarayarak hazırladıkları çalışmalarında kuronlar için preparasyon yöntemlerini incelemişlerdir (Goodacre ve ark, 2001). Çalışmalarının sonucunda yaklaşım açısının 10-20 derece arasında olması gerektiğini, kesici ve premolar dişler için minimum yüksekliğinin 3 mm, molar dişler için 4 mm olması gerektiğini, tüm dişler için okluzoservikal/insizoservikal yüksekliğin bukkolingual genişliğe oranının en az 0,4 olması gerektiğini, tutuculuk ve direnç sağlanması amacı ile kısa okluzoservikal mesafeye sahip molar dişlerin çoğunda çentikler veya kutucuklar hazırlanması gerektiğini, estetik olumsuz etkilenmediği sürece supragingival basamaklar hazırlanması gerektiğini ve tam seramik restorasyonlar için shoulder veya chamfer preparasyonlar hazırlanabileceğini tespit etmişlerdir (Goodacre ve ark, 2001).

### Ölçü materyalleri ve ölçü yöntemleri

Ölçü alımı esnasında gösterilen hassasiyet ve kullanılan ölçü materyali restorasyonun marjinal adaptasyonunu etkileyen faktörlerdir. Hassas tekniklerle alınmayan veya düşük boyutsal stabiliteli ölçü materyalleri kullanılarak alınan ölçülerden elde edilen model ile ağız içerisindeki preparasyon arasında farklılıklar oluşur. Oluşan bu farklılıklar elde edilecek restorasyonda marjinal uyumsuzluklara neden olur (McCabe ve ark, 1998). Bundan dolayı model elde etmek amacıyla yüksek boyutsal stabiliteye sahip ilave tipi silikon ölçü materyali kullanılması tavsiye edilir (Dietschi ve ark, 1997).

### Laboratuvar işlemleri

Modelleme, döküm, modelaj ve seramiğin işlenmesi gibi laboratuvar işlemleri marjinal adaptasyonu etkileyen bir diğer önemli faktördür. Bu işlemlerde gösterilen hassasiyet restorasyonun başarısı ile doğru orantılıdır. Venerleme işlemindeki sıcaklığın metal veya seramik kor materyallerinin marjinal uyumunu etkilediği bilinmektedir. İlk fırınlama aşamasında marjinal uyum değeri büyük miktarda değişmektedir, venerleme işleminin özellikle horizontal düzlemdeki adaptasyona büyük etkisi vardır. Bu distorsiyon protezin okluzalde yer değiştirmesine neden olabilir ve tam seramik restorasyonların yük taşıma kapasitesinde düşüşe neden olabilir. Metal-seramik restorasyonlarda marjinaldeki preparasyon şekli fırınlama esnasındaki marjinal distorsiyonu etkilemektedir (Nawafleh ve ark, 2013).

### Kullanılan siman tipleri ve simantasyon

Simante edilmiş ve simante edilmemiş kuronların marjinal aralık değerlerinin ölçümü sonuçları etkilemektedir. Marjinal uyumsuzluk simantasyon sonrası genelde artmaktadır, simantasyon işlemi sonucunda kuronun marjinal adaptasyonunda kesintiler meydana gelebilir ve simantasyon yetersiz marjinal kapama ile sonlanabilir (Gavelis ve ark, 2004). Çoğu araştırmacı simantasyon sonrası simantasyon öncesine göre oldukça yüksek marjinal uyumsuzluklarla karşılaştıklarını belirtmişlerdir (Nawafleh ve ark, 2013).

KontROLSİZ parmak basıncı ve kuron restorasyonunun iç kısmını simanla aşırı doldurma gibi sebepler simanın dengesiz akışına neden olup bir aksiyal duvarda siman film kalınlığının kalın olmasına karşı taraftaki aksiyal duvarda ise ince olmasına neden olabilir ve marjinal

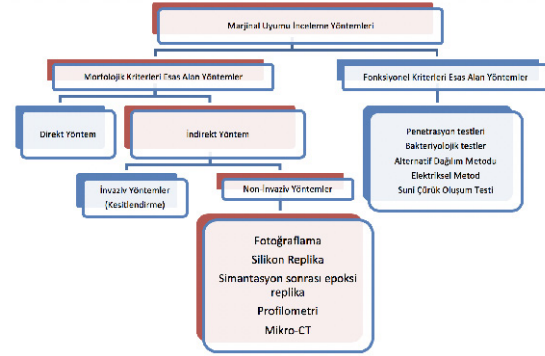
adaptasyonun olumsuz yönde etkileyebilir (Pilo ve Cardash 1998).

Kullanılan siman tipi de kuronların marjinal uyumunu etkileyebilmektedir. Marjinal adaptasyonda yapıştırma simanının viskozitesi, doldurucu partiküllerin boyutu ve oranı, polimerizasyon büzülmesi, çözünürlük katsayısı ve bağlantı kuvveti belirleyici etkenlerdendir. Simanın mekanik özellikleri ve aşınma direnci doldurucu içeriğine bağlıdır. Kompozit rezin simanların viskozitesi, doldurucu oranı düşürülerek, monomerin yapısını veya doldurucu tipini değiştirerek azaltılabilir (Haffernan ve ark, 2002).

Yıldız ve arkadaşları 2013 yılında yaptıkları in vitro çalışmada CAD/CAM ile üretilen zirkonya kuronları farklı yapıştırma ajanları ile yapıştırmışlar ve marjinal ve internal adaptasyonlarını değerlendirmişlerdir (Yıldız ve ark, 2013). Çalışmada Lava zirkonyum oksit bloklar ve IPS ZirCAD zirkonyum oksit bloklar kullanılmıştır. Simantasyonda kullanılan yapıştırma ajanları ise Variolink II ve Multilink Automix'dir. İnternal ve marjinal adaptasyon değerlendirilmesi için silikon replika tekniği kullanılmıştır. Marjinal aralık değerleri Lava kuronlar için 89.26 µm, IPS ZirCad kuronlar için ise 88.84 µm olarak ölçülmüştür. Lava kuronlar, IPS ZirCad kuronlara göre çok daha yüksek aksiyal ve okluzal aralık değerleri göstermiştir. Fakat her 2 sistemin marjinal uyum değerleri kabul edilebilir sınırlar içerisindeydi (Yıldız ve ark, 2013).

### Marjinal Adaptasyon İnceleme Yöntemleri

Protetik restorasyonların marjinal uyumları farklı yöntemlerle incelenebilir. Bu yöntemler aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1.). Marjinal uyumun incelenmesinde en sıklıkla morfolojik kriterleri esas alan yöntemler tercih edilmektedir. Bu yöntemler içerisinde de en çok direkt teknikle ölçüm metodu (%47.5) tercih edilmektedir (Nawafleh ve ark., 2013). Bu yöntemde diş veya siman aralığını taklit eden bir replika olmadığı için diğer tekniklere göre daha ucuzdur ve zaman kaybı yaşanmaz. Replika oluşturulmasına bağlı hatalar da görülmemektedir. Ancak bu yöntem sadece in vitro araştırmalar için uygulanabilmektedir.



Şekil 1. Marjinal uyumu inceleme yöntemleri

### Morfolojik Kriterleri Esas Alan Yöntemler

Morfolojik kriterleri esas alan yöntemler direkt ve indirekt yöntemler olmak üzere iki başlık altında incelenir.

#### Direkt Yöntem

Restorasyonun uygulandığı dişin direkt olarak kendisinin incelendiği bu yöntemde morfolojik özellikleri değerlendirmek amaçlanır. İn vivo çalışmalarda marjinal adaptasyon değerlendirmeleri sıklıkla USPHS veya FDI kriterleri kullanılarak gözlemsel olarak yapılabilmektedir. Hastalarda yapılan bu değerlendirmelerin tekrarlanması güçtür ve dolayısı ile standardizasyonu sağlanamamaktadır. Ayrıca direkt yapılacak incelemelerde referans noktalarının standardizasyonu zordur ve görüntülemeye bağlı hatalar da oluşabilmektedir (Contrepolis ve ark., 2013; Roulet ve Herder 1991). Direkt yöntemin dezavantajlarından birisi de değerlendirme sırasında hastaya ihtiyaç duyulmasıdır. Direkt olarak hastada inceleme yapıldığından restorasyonun herhangi bir kaydı bulunmaz dolayısıyla da tekrar değerlendirme yapmak imkansızdır (Anusavice 1989). İndirekt değerlendirmelerde amaç verilerin depolanması ve uzun dönem sonuçlarının kıyaslanmasıdır. Bu yöntem ile restorasyonları değerlendirirken diş ile restorasyon yeterince kontrast yaratmadığından, göz marjinal uyumu yeterince iyi ayırt edemeyebilir. İndirekt metodlar direkt metodlardan daha sıklıkla kullanılmaktadır (Anusavice 1989).

## İndirekt Yöntemler

İndirekt metodlar değerlendirme yapılabilmesi amacıyla mevcut klinik durumun tekrar yapılandırılması için verilerin depolanması temeline dayanır. Bu değerlendirmeler, optik (standardize edilmiş fotoğraflar, halogramlar ve fotogremetri esasına dayanan dijital dökümanlar) veya mekanik (replikalar kullanılarak veya okluzal yüzeyin taranması ile elde edilen verilerle) yöntemlerle yapılabilir. İndirekt metodlar, her iki yöntemin kombinasyonu (replikalar ve fotoğraflar vb.) ile de kullanılabilirler (Anusavice 1989). İn vivo çalışmalarda standardizasyon in vitro çalışmalara göre daha zor olduğu için ölçüm sonuçları in vitro çalışmalardan daha farklı olabilmektedir. Ayrıca ölçüm yapmak için de in vitro çalışmalarda kullanılan teknikler kullanılamamaktadır.

Simantasyon sonrasında invaziv veya non invaziv yöntemler kullanılarak indirekt değerlendirmeler yapılabilir. Non-invaziv metodlarda sıklıkla simante edilmiş restorasyonun bir kopyası oluşturulur ve bunun üzerinden değerlendirmeler yapılır. Amaç restorasyona ve diş dokusuna direkt olarak müdahale etmeden verilerin depolanmasıdır. İnvaziv metodlarda marjinal uyum çekilmiş dişlere yapılan restorasyonların kesitlendirilerek incelenmesi ile gerçekleştirilir. Nawafleh ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kesitlendirme tekniğinin marjinal uyum incelenme çalışmalarında %23.5 oranında kullanıldığı görülmüştür (Nawafleh ve ark., 2013). Bu teknikle yapılan ölçümler kesitlendirme yüzeyiyle sınırlı kalmaktadır ve restorasyonun çevresel uyumunu temsil etmemektedir.

Fotoğraflama metodunun avantajları; marjinal adaptasyondaki küçük farklılıkların ayırt edilebilmesi, marjinal özelliklerin kompleks olduğu durumlarda mantıklı bir ortalama alınabilmesinin sağlanması, uzun dönem değişikliklerin tek seferde kerede gözlenebilmesi, ileride gerekli olabilecek incelemelere izin vermesi ve verilerin birçok araştırmacı tarafından değerlendirilmesine olanak vermesidir. Ancak bu yöntemin diş dokusu ile kontrast oluşturamayan materyallerde kullanılamaması dezavantajıdır (Anusavice 1989). Bu tür restorasyonlar için replika teknikleri ile marjinal adaptasyonların model üzerinde değerlendirilmesi seçeneği uygundur. Marjinal aralık simante edilmiş restorasyonlarda ışık mikroskobu veya SEM (scanning electron microscopy) kullanılarak ölçülebilmektedir. Schmalz ve arkadaşlarının class II seramik inleylerin marjinal adaptasyonlarını incelediği çalışmada SEM ile alınan görüntülerden yapılan ölçümlerin ışık mikroskobu kullanılarak alınan görüntülerden daha başarılı olduğunu göstermişlerdir (Schmalz ve ark., 1995). Klinik

çalışmalardaki marjinal adaptasyon incelemelerinin sıklıkla scanning electron microscope (SEM) kullanılarak yapıldığı görülmüş ve SEM kullanılarak yapılan ölçümlerde kompleks marjin morfolojilerinin daha net bir şekilde takip edilebildiği bildirilmiştir (Roulet ve ark., 1989; Van Dijken ve Hörstedt, 1996; Gemalmaz ve ark., 2001; Göhring ve Roos, 2005; Guess ve ark., 2009; Emiroğlu ve ark., 2016). Bu amaçla klinik uygulama yapılmış olan dişten silikon bazlı ölçü maddeleri ile alınan ölçülere alçı ya da epoksi rezin dökülerek hazırlanan replikalar üzerinde inceleme yapılır. Bu incelemelerde sıklıkla kantitatif olarak devamlı marjin yüzdelere ve kalitatif olarak da marjinal kenarların uyumuna bakılmıştır.

Marjinal adaptasyonun in vivo olarak değerlendirilmesi Modifiye Ryge/Modifiye USPHS veya FDI kriterleri ile gözlemsel olarak yapılabilir. Bu kriterler ile skorlama yapılarak kantitatif değerlendirmeler yapmamıza imkan sağlayan çeşitli skalalar geliştirilmiştir.

Roulet ve arkadaşlarının 1989 yılında yaptıkları çalışmada skorlama aşağıdaki gibi yapılmıştır (Roulet ve ark., 1989).

1. Devamlı marjin; iki yüzeyin birbirine temasta olduğu alanda herhangi bir düzensizlik yok ve bütünlük gözlenen yüzeyler
2. Marjinal aralık (gap); yüzeylerin birbiriyle temasta olduğu alanda küçük düzensizlikler gözlenen yüzeyler
3. Değerlendirilemeyen bölgeler; ilk iki madde ile skorlanamayan yüzeyler.

Van Dijken ve arkadaşlarının 1996 yılında yaptıkları çalışmada ise skorlama biraz daha detaylı olacak şekilde yapılmıştır (Van Dijken ve Hörstedt, 1996).

1. Herhangi bir marjinal açıklık veya eksiklik yok
2. Hafif marjinal düzensizlikler var, aralık yok
3. Şiddetli marjinal düzensizlikler var, aralık yok
4. Aralık var, restorasyon marjinde sınırı gözlenebilen çatlak hattı mevcut
5. Şiddetli aralık var.

Marjinal adaptasyonun değerlendirilmesinde kullanılan diğer replika metodu ise simantasyon öncesi farklı viskozitede silikon bazlı ölçü materyalleri kullanılarak iç uyum replikalarının elde edilmesi ve bu replikaların kesitlendirilerek ışık mikroskobu altında değerlendirilmesi esasına dayanır (Anusavice 1989). Bu teknikte kuron düşük

vizkoziteli light-body silikon materyali ile doldurulur ve simantasyon işleminde olduğu gibi die üzerine oturtulur. Silikon sertleştikten sonra, kuron hassas bir şekilde die üzerinden çıkarılır, kuron içerisindeki silikon çıkartılmadan heavy-body silikon enjekte edilir ve stabilize olması sağlanır. Bu aşamadan sonra light body silikon kesitlendirilerek farklı bölgelerden ölçüm yapılabilir (Nawafleh ve ark, 2013). Bazı araştırmacılar ölçü replika tekniğinde modifikasyona gitmişler ve kuronu die üzerine yerleştirdikten sonra marjinal aralığın eksternal ölçüsünü almışlardır. Daha sonra bu ölçü epoksi rezin materyali ile dökülmüştür. Ancak ölçü replika tekniğinin bazı sınırlamaları ve olası hataları olabilmektedir, kuron marjinlerini ve bitim çizgilerini saptamada zorluk yaşamak ve elastomerik film tabakasının kurondan çıkarma esnasında yırtılması ve deforme olması gibi olasılıklar mevcuttur (Wolfart ve ark, 2003). Kesitlendirme düzleminde yapılacak hatalar ise sonuçların tahminlerin çok üzerinde çıkmasına neden olabilmektedir (Coli ve Karlsson 2004).

Laurent ve arkadaşları, eğer doğru silikon kullanılırsa siman aralığının doğru bir şekilde replikası alınabileceğini ve siman kalınlığının ölçümünün doğru yapılabileceğini belirtmişlerdir (Laurent ve ark, 2008). Rahme ve arkadaşları<sup>25</sup>, Procera kuronların marjinal aralık ölçümünde silikon replika tekniği ve kesitlendirme tekniği arasında önemli fark bulamamışlardır ve replika tekniğinde düşük viskoziteli silikon kullanmanın cam iyonomer siman ile simante edilmiş krongdaki siman kalınlığı kadar film kalınlığı elde edileceğini savunmuşlardır (Nawafleh ve ark, 2013).

Profilometri non-invaziv bir metottur. Hem örneğin hem de güdüğün monitörde aynı odak düzlemi içerisinde görüntüsünü sunan bir yöntemdir (Balkaya ve ark, 2005). Ancak, profilometri ile marjinal bölgedeki siman tabakasının kalınlığı indirekt olarak saptanabilir ve takip eden analizlerde örnekleri konumlandırırken olağanüstü dikkatli olunmalıdır aksi halde ölçümlerde tutarsızlıklar ortaya çıkar (Good ve ark, 2009). Dijimatik mikrometre ve mikro BT tarama teknik zorluklarından dolayı çok tercih edilen yöntemler değildir (Nawafleh ve ark, 2013).

İnvaziv metodlar ise kesitlendirme yöntemine dayanır. Marjinal adaptasyonun in vitro olarak değerlendirilmesi için çekilmiş dişler üzerine standart koşullarda uygulanan restorasyonlar kullanılır. Bu dişlerden elde edilen kesitler ışık mikroskobu altında incelenerek marjinal adaptasyon değerlendirilir (Thordrup ve ark, 1994). Kesitlendirme metodu, siman kalınlığının ve marjinal aralığın vertikal ve horizontal düzlemlerde direkt ölçümüne izin vermektedir,

bilgisayara ve tekrar pozisyonlandırmaya bağlı hataları da minimale indirmektedir (Good ve ark, 2009). Aynı zamanda köprü restorasyonu örneklerinde konnektöre komşu bölgedeki marjinal aralığın kesintisiz görüntülenmesini sağlar (Kunii ve ark, 2007). Ancak bu metot, uzun dönem analizlere ve aynı örnekleri kullanarak üretimin farklı aşamalarından önce ve sonraki sonuçlar arasında karşılaştırma yapmaya izin vermez. Yapılan ölçümlerin sayısı kesitlendirilmiş düzlem sayısı ile sınırlıdır bu da tüm kuronun uyumunu sonuçlara yansıtımayabilir (Mitchell ve ark, 2001).

Bu metotlarla yapılan marjinal ölçümler aynı seramik sistem içinde dahi büyük farklılıklar göstermektedir. Örneğin In-Ceram Alumina kuronların marjinal aralık değerleri literatürde 7.5 ila 161µm arasında değişmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan tekniklerin ve değişkenlerin çok farklı olması bu geniş sonuç aralığına neden olmuştur. Bu yüzden, restorasyonların gerçek uyumlarını yansıtmıyor olabilirler (Pera ve ark, 1994; Sulaiman ve ark, 1997). Benzer çalışmaların sonuçları karşılaştırıldığında, aynı teknik ve değişkenleri kullanan bu çalışmaların sonuçları sırasıyla 57 µm ve 49.8 µm'dir. Her 2 çalışmada da profil projektörü kullanılmıştır. Örneklerin ölçüm sayısı hariç diğer değişkenler aynıdır bu da sonuçları kıyaslanabilir kılmaktadır (Balkaya ve ark, 2005; Sulaiman ve ark, 1997).

Bazı çalışmalarda silikon replika ve kesitlendirme metotları kombine edilerek kullanılmıştır. Bir çalışmada Cerec kuronların marjinal aralık değerleri ölçülmüştür. Silikon replika tekniği ve kesitlendirme tekniği kullanılmış ve sırasıyla; chamfer preparasyonu için 94 µm ve 91 µm, shoulder preparasyonu için ise 91 µm ve 79 µm marjinal aralık değerleri bulunmuştur (Tsitrou ve ark, 2007).

Shearer ve ark. In-Ceram sisteminin marjinal aralık değerlerini kesitlendirme yöntemi ve silikon replika yöntemini kullanarak sırasıyla 8.3 µm ve 28.6 µm değerlerini bulmuşlardır. Kesitlendirme tekniğinin silikon replika tekniğinden daha doğru sonuçlar verdiğini savunmaktadırlar (Shearer ve ark, 1996). Rahme ve arkadaşları ise yine aynı 2 tekniği Procera kopingler için kullanmışlar ve kesitlendirme ve silikon replika tekniği ile sırasıyla 31.9 µm ve 33.6 µm değerlerini bulmuşlardır. 2 teknik arasında önemli fark rapor edilmemiştir (Rahme ve ark, 2008).

Borba ve arkadaşları (2011) micro-CT tekniğini kullanarak, 3 üyeli sabit köprü restorasyonlarının marjinal ve internal uyumunu ölçmüşlerdir. 3 üyeli köprülerin üretileceği prepare edilmiş dişleri taklit eden, paslanmaz çelik modeller hazırlanmıştır. 2 farklı seramik sistemik



sistemi kullanılarak altyapılar üretilmiş ve önerilen porselen venter sistemi kullanılmıştır. Köprüler modellere yerleştirilmiş ve micro-CT ile taranmıştır. NRecon ve CTAn bilgisayar yazılımları ile bilgiler işlenmiş ve kesitleri incelemek için Adobe Photoshop ve Image J programları kullanılmıştır. 5 noktadan ölçüm yapılmıştır. Bu bölgeler; marjinal bölge, chamfer bölgesi, aksiyal duvar, aksiy-okluzal geçiş alanı ve okluzal alandır. Horizontal marjinal uyumsuzluk ise başka fotoğraflar ile değerlendirilmiştir. 5 noktadaki ölçümlerde birbirinden farklı değerler çıkmıştır. Aksiyal duvar ve aksiy-okluzal geçiş bölgesinde yapılan ölçümler hariç Vita In-Ceram Zirkonya değerleri Vita In-Ceram YZ değerlerinden daha büyük çıkmıştır. Okluzal ölçümlerde bulunan değerler ise her 2 sistem için de yüksek çıkmıştır. Marjinaldeki ve aksiyal duvardaki ölçümler ise en düşük çıkan ölçümler olmuştur (Borba ve ark, 2011).

Quante ve arkadaşları<sup>37</sup> (2008) yapmış olduğu çalışmada ise “laser – melting” teknolojisi ile üretilen metal-seramik kronların internal ve marjinal uyumu in vivo olarak incelenmiştir. Wiobond C ve BioPontoStar metal alaşımları ile altyapıların hazırlandığı çalışmada marjinal aralık değerleri 74 µm ile 99 µm arasında bulunmuştur. Internal aralık değerleri ise 250 µm ile 350 µm arasında değişen değerlerde ölçülmüştür. Bu değerler “laser – melting” teknolojisi ile üretilen metal-seramik kronların konvansiyonel üretim teknikleri ile kıyaslanabilir olduğunu göstermektedir (Quante ve ark, 2008).

Gassino ve arkadaşlarının<sup>38</sup> yapmış olduğu bir çalışmada örnek başına 18 ölçümün deneysel kronlar için yeterli olduğu düşünülmüş, hastaya özel yapılan kronlarda ise 90 ölçümün yapılması uygun görülmüştür (Gassino ve ark, 2004). Gonzalo ve ark. yapmış oldukları çalışmada her bir örnek için vestibül ve oral yüzeylerden 30’ar ölçümü yeterli görmüşlerdir (Gonzalo ve ark, 2009). Yeo ve ark. yapmış oldukları in vitro marjinal uyum çalışmasında 50 noktadan ölçüm yapmışlardır (Yeo ve ark, 2003).

### Fonksiyonel Kriterleri Esas Alan Yöntemler

Fonksiyonel kriterleri esas olarak marjinal sızıntıyı ölçen ve marjin kalitesinin değerlendirilmesini sağlayan testler; penetrasyon testleri, bakteriyolojik testler, alternatif dağılım metodu, elektriksel metod ve suni çürük oluşumu testidir (Anusavice 1989).

### Penetrasyon Testleri

Boya penetrasyon testi yöntemi marjin uyumunu değerlendirmek amacı ile kullanılan en eski ve yaygın metoddur. Penetrasyon testlerinde diş yüzeyinde restorasyon haricindeki alanlar mum veya cila ile kaplanır, dişler boya içeren solüsyona batırılır ve sonrasında akrile gömülerek kesitlendirilir. Bu methodda sıklıkla kullanılan boya materyalleri metilen mavisi, anilin mavisi, bazik fuksin, elektrosin ve floresan boyalardır. Penetrasyon metodunda marjinal sızıntı, boya ile restorasyon materyali arasındaki yüzey etkileşimine, boyanın moleküler hacmine, moleküler kutuplaşmaya, zamana ve geçirgenliğe bağlıdır (Anusavice 1989). Heintze<sup>41</sup> (2013) boya penetrasyonu ile yapılan mikrosızıntı testlerinin post-operatif hassasiyet, tutuculuk, marjinal renklenme gibi klinik parametrelerle ilişkilendirilemeyeceğini bildirmiştir. (Heintze 2013).

Bazı araştırmacılar, marjin penetrasyonu testleri için boyalar yerine <sup>131</sup>I, <sup>35</sup>S, <sup>32</sup>P gibi radyoaktif iyonları tercih etmektedirler. Ancak radyoaktif iyonların kullanımının, özel ekipman ve radyoaktif madde kullanımı için özel izin gerektirme dezavantajının yanısıra yıkıcı materyaller olduklarından yorumlanabilmesi zordur, uzun dönem çalışmaları imkansızdır (Anusavice 1989).

Garcia ve arkadaşları<sup>42</sup> aynı siman ile yapıştırılan Lava ve Zirkon Zahn kopinglerin marjinal adaptasyon ve mikrosızıntısını karşılaştırmıştır. (Garcia ve ark, 2011). 20 adet çekilmiş maksiler premolar diş kullanılmış ve 2 gruba ayrılmıştır. 1. gruptaki dişler Lava kopingler için prepare edilmiş, 2. gruptaki dişler ise Zirkon Zahn kopingler için prepare edilmiştir. Dişler bu 2 sistemin standart prosedürüne göre prepare edilmiştir. Marjinal uyum 8 ayrı noktadan RelyX U100 ile simanı ile simante edilmeden önce ve sonra ölçülmüştür. Önce ısıl çevirim işlemine tabi tutulmuş sonra %2’lik fuksin solüsyonuna tabi tutulmuş ve bukkolingual olarak kesilerek hem vestibüler hem de palatinal bölgelerde mikrosızıntısı ölçülmüştür. 2 sistem arasında marjinal uyum değerleri istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık göstermiştir. En iyi adaptasyon sonuçlarını Lava sergilemiştir, simantasyon öncesi 19.7 µm ve sonrasında 15 µm değerleri ölçülmüştür. Zirkon Zahn’da ölçülen değerler ise simantasyon öncesi 28.1 µm simantasyon sonrası 22.8 µm’dir. Marjinal adaptasyonun aksine mikrosızıntı değerlerinde önemli farklılık yoktur. Lava 314.2 µm ve Zirkon Zahn 319.8 µm ortalama değerler elde edilmiştir. Sonuç olarak Lava sistemi ile daha iyi marjinal adaptasyon değerleri kaydedilmiştir, mikrosızıntı

açısından ise önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir (Garcia ve ark, 2011).

### Bakteriyolojik Testler

Marjinal sızıntı ölçümünde bakteriyolojik testler kliniği en iyi taklit eden testlerdir. Bu yöntemde restorasyonlar, steril çekilmiş dişlere uygulanır ve pigment boyayan mikroorganizmaların bulunduğu bir süspansiyona batırılır. Restorasyon çıkartıldıktan sonra alınan örneklerle kültür yapılır mikroorganizmalar belirlenir (Anusavice 1989).

### Alternatif Dağılım Metodu

Alternatif dağılım metodu restorasyonun altına polietilenglikol “radiotracer” yerleştirilerek restorasyonların yapay tükrük içerisinde bekletilmesi ve daha sonra meydana gelen sızıntı miktarının monitörde incelenmesi yöntemidir (Anusavice 1989).

### Elektriksel Metot

Elektriği iletmeyen restoratif materyallerin marjinal kalitesinin incelenmesi ile sınırlı olan elektriksel metod yöntemi dişe zarar vermeden sızıntı bölgelerini seri olarak görüntülemeye olanak sağlayan bir yöntemdir (Anusavice 1989).

### Suni Çürük Oluşumu Testi

Suni çürük oluşum testi 5-55 °C de ısı çevrim işlemi uygulanan restorasyonların laktat jelle batırılarak, başlangıç çürük lezyonlarına benzer yüzeysel demineralize mine alanlarının oluşturulması ve tespit edilmesi yöntemidir. Kimyasal model olmasının haricinde mikrobiyolojik aktiviteyi etkileyen parametreler (floridin mikrobiyolojik inhibisyonu veya amalgamın korozyon ürünleri vb.) bu yöntemde göz ardı edilmektedir (Anusavice 1989).

## SONUÇ

Literatürde sabit kuron ve köprü restorasyonların marjinal adaptasyonunu değerlendirmek için kullanılan test metotları üzerinde bir konsensus bulunmamaktadır. Test tekniklerinde ve deney koşullarındaki farklılıklar değişik sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır. Direkt görüntüleme metodu en çok kullanılan metot olup, sonuçlar tekrarlanabilir

niteliktedir. Değerlendirme için 2 farklı ölçüm metodunun kullanılmasının sonuçların güvenilirliğini arttırabileceği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

1. American Dental Association. ANSI/ADA Specification No.8 for zinc phosphate cement. In: Guide to Dental Materials and Devices. 5<sup>th</sup> ed, Chicago, 1971
2. Anusavice KJ. Quality Evaluation of Dental Restorations. Criteria of Placement and Replacement. Quintessence publishing Co. Inc., Chicago, 1989
3. Balkaya MC, Cinar A, Pamuk S. Influence of firing cycles on the margin distortion of 3 all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2005; 93:346-55
4. Bindl A, Windisch S, Mormann WH. Full-ceramic CAD/CAM anterior crowns and copings. Int J Comput Dent 1989; 2:97-111.
5. Borba M, Cesar PF, Griggs JA, Della Bona A. Adaptation of all-ceramic fixed partial dentures. Dent Mater 2011;27(11):1119-26.
6. Coli P, Karlsson S. Fit of a new pressuresintered zirconium dioxide coping. Int J Prosthodont 2004;1 7:59-64.
7. Conrad HJ, Wook-Jin Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. J Prosthet Dent 2007; 98:389-404.
8. Contrepolis M, Soenen A, Bartala M, Laviolle O. Marginal adaptation of ceramic crowns: a systematic review. J Prosthet Dent. 2013;110(6):447-54.e10.
9. Dietschi D, Spreafico R. Adhesive Metal Free Restorations. Current Concepts for the Esthetic Treatment of Posterior Teeth, Quintessence publishing Co.Inc., Chicago, 1997
10. Dittmer MP, Borchers L, Stiesch M, Kohorst P. Stresses and distortions within zirconia-fixed dental prostheses due to the veneering process. Acta Biomater 2009; 5(8):3231-9.
11. Emiroglu S, Evren B, Kulak Ozkan Y. Effect of Cements at Different Temperatures on the Clinical Performance and Marginal Adaptation of Inlay-Onlay Restorations In Vivo. J Prosthodont. 2016;25(4):302-09.
12. Garcia AJ, Santana FB, Szalay ER. Marginal adaptation and microleakage comparison between two zirconia oxide systems. R Odonto Mexicana 2011;15(2):101-6.
13. Gassino G, Monfrin SB, Scanu M, Spina G, Preti G. Marginal adaptation of fixed prosthodontics: A new in vitro 360 degree external examination procedure. Int J Prosthodont 2004; 17:218-23.
14. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. J Prosthet Dent 1981;45(2):138-145.
15. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. J Prosthet Dent 2004;138–145.

16. Gemalmaz D, Ozcan M, Alkumru HN. A clinical evaluation of ceramic inlays bonded with different luting agents. *J Adhes Dent*. 2001;3(3):273-83.
17. Goldin EB, Boyd NW, Goldstein GR, Hittelman EL, Thompson VP. Marginal fit of leucite-glass pressable ceramic restorations and ceramicpressed-to-metal restorations. *J Prosthet Dent* 2005; 93:143-7.
18. Gonzalo E, Suarez MJ, Serrano B, Lozano JF. A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation. *J Prosthet Dent* 2009;102: 378-84.
19. Good ML, Mitchell CA, Pintado MR, Douglas WH. Quantification of all-ceramic crown margin surface profile from try-in to 1-week post-cementation. *J Dent* 2009;37(1):65-75
20. Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns an art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent* 2001; 85:363-376.
21. Göhring TN, Roos M. Inlay-fixed partial dentures adhesively retained and reinforced by glass fibers: clinical and scanning electron microscopy analysis after five years. *Eur J Oral Sci*. 2005;113(1):60-69.
22. Groten M, Axmann D, Probst L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in-vitro testing. *J Prosthet Dent*. 2000;83(1):40-9.
23. Guess PC, Strub JR, Steinhart N, Wolkewitz M, Stappert CF. All-ceramic partial coverage restorations—midterm results of a 5-year prospective clinical splitmouth study. *J Dent*. 2009;37(8):627-37.
24. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core and veneer materials. *J Prosthet Dent* 2002; 88:10-15.
25. Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater* 2013;29(1):59-84.
26. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 1989; 25:405-8.
27. Knoernschild KL, Campbell SD. Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 2000; 84:492-8.
28. Kunii J, Hotta Y, Tamaki Y, Ozawa A, Kobayashi Y, Fujishima A, Miyazaki T, Fujiwara T. Effect of sintering on the marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia frameworks. *Dent Mater J* 2007;26(6):820-6.
29. Laurent M, Scheer P, Dejoui J, Laborde G. Clinical evaluation of the marginal fit of cast crowns-validation of the silicone replica method. *J Oral Rehabil* 2008;35(2):116-22.
30. McCabe JF, Walls AWG. *Applied Dental Materials*. 8<sup>th</sup> ed, Blackwell Science Ltd., Malden, USA, 1998
31. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*. 1971;131(3):107-11.
32. Mitchell CA, Pintado MR, Douglas WH. Nondestructive, in vitro quantification of crown margins. *J Prosthet Dent* 2001;85(6):575-84.
33. Nawafleh NA, Mack F, Evans J, Mackay J, Hatamleh MM. Accuracy and Reliability of Methods to Measure Marginal Adaptation of Crowns and FDPs: A Literature Review. *J Prosthodont* 2013; 3:97-111.
34. Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1994;72(6):585-90.
35. Pilo R, Cardash HS. In vivo retrospective study of cement thickness under crowns. *J Prosthet Dent* 1998;79(6):621-5.
36. Quante K, Ludwig K, Kern M. Marginal and internal fit of metal-ceramic crowns fabricated with a new laser melting technology. *Dent Mater* 2008; 24:1311-15.
37. Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. *J Prosthet Dent* 2004;92(3):250-7.
38. Rahme HY, Tehini GE, Adip SM, Ardo AS, Rifai KT. In vitro evaluation of the replica technique in the measurement of the fit of procera crowns. *J Contemp Dent Pract* 2008;9(2):25-32.
39. Rosenstiel SF, Martin FL, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4<sup>th</sup> ed, Mosby, St. Louis, 2006.
40. Roulet J, Reich T, Blunck U, Noack M. Quantitative margin analysis in the scanning electron microscope. *Scanning Microsc*. 1989;3(1):147-58; discussion 58-9.
41. Roulet JF, Herder S. *Bonded ceramic inlays*. Quintessence Publishing Co, Inc., Chicago, 1991
42. Schillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. 3<sup>rd</sup> ed, Quintessence Publishing Co. Inc, 1997; 85-103,142-154.
43. Shearer B, Gough MB, Setchell DJ. Influence of marginal configuration and porcelain addition on the fit of In-Ceram crowns. *Biomaterials* 1996;17(19):1891-5.
44. Sulaiman F, Chai J, Jameson LM, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera crowns. *Int J Prosthodont* 1997;10:478-84.
45. Thordrup M, Isidor F, Hörsned-Bindslev P. Comparison of marginal fit and microleakage of ceramic and composite inlays:an in vitro study. *J Dent* 1994; 22:147-53.
46. Tsitrou EA, Northeast SE, van Noort R. Evaluation of the marginal fit of three margin designs of resin composite crowns using CAD/CAM. *J Dent*, 2007;35(1):68-73
47. Van Dijken J, Hörstedt P. Marginal breakdown of fired ceramic inlays cemented with glass polyalkenoate (ionomer) cement or resin composite. *J Dent*. 1994;22(5):265-72.
48. Wolfart S, Wegner SM, Halabi A, Kern M. Clinical Evaluation of Marginal Fit of a New Experimental All-Ceramic System Before and After Cementation. *Int J Prosthodont* 2003; 16:587-92.
49. Yeo IS, Yang JH, Lee JB. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2003;90(5):459-64.
50. Yildiz C, Vanlioğlu BA, Evren B, Uludamar A, Ozkan YK. (2013). Marginal-internal adaptation and fracture resistance of CAD/CAM crown restorations. *Dent Mater J* 2013;32(1):42-7.

# ER: Yağ Lazerin Tam Seramik Restorasyonlarda Debonding Amacıyla Kullanımı

## Removal of all-ceramic restorations with laser

Merve YİLDİRAK<sup>1</sup> , Rifat GÖZNELİ<sup>2</sup> 

### Öz

**Amaç:** Bu derlemenin amacı, tam seramik restorasyonların çıkarılmasında Er:YAG lazerin kullanıldığı çalışmaların değerlendirilmesidir.

**Metot:** Çalışmamızda Pubmed veri tabanında “laser debonding veneer” (n=6), “laser crown removal” (n=48), “Er:YAG laser ceramic” (n=189) anahtar kelimeleri girilerek arama yapılmıştır. 2000 yılından 2018 yılına kadar SCI kapsamındaki tüm çalışmalar belirlenmiştir. Toplamda 9 adet in vitro çalışma ve 15 adet vaka içeren 7 adet vaka sunumu çalışması değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Bu makalede, rezin ile simante edilmiş seramik restorasyonların Er:YAG lazer kullanılarak çıkarılması ile ilgili yapılmış çalışmaların derlemesini sunulmuştur. Tam seramik restorasyonların Er: YAG lazer ile çıkarılması umut verici bir protokoldür.

**Sonuç:** Farklı kalınlıktaki seramik restorasyonların çıkarılması için kullanılacak lazer parametreleri ve süreyi daha net belirleyebilmek için daha fazla klinik ve deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Er:YAG lazer, debonding, tam seramik, lityum disikat seramiklerin çıkarılması.

### Abstract

**Objective:** The aim of this review was to investigate the literatures about removing all ceramic restorations by using Er:YAG laser.

**Methods:** In our study Pubmed database was searched by entering the keywords; “laser debonding veneer” (n=6), “laser crown removal” (n=48), “Er:YAG laser ceramic” (n=189). From 2000 to 2018, all studies within the scope of SCI were determined.

Seven clinical studies reporting a total of 15 cases and 9 in vitro experimental studies were included.

**Result:** The review of articles that Er:YAG laser was used for debonding the resin bonded ceramic restorations was presented in this article. Debonding with Er:YAG laser of all-ceramic restorations is a promising treatment protocol.

**Conclusion:** Further clinical trials and studies are needed to determine the precise laser parameters and duration of irradiation that could be used for removal of ceramic restorations with varying thicknesses.

**Keywords:** Er:YAG laser, debonding, all ceramic, removal lithium disilicate ceramic.

### Giriş ve Amaç

Estetik beklentilerin arttığı son dönemlerde tam seramik sistemlerin kullanımı oldukça yaygın hale gelmiştir. Tam seramik sistemler sınıfında yer alan lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler ise sahip olduğu üstün estetik özelliklerinden dolayı diğer seramiklere nazaran daha ön planda yer almaktadır (Gracis ve arkadaşları, 2015) Cam matriks tam seramik sistemlerin simantasyonunda restorasyona yüksek kırılma dayanımı sağlayan ve düşük çözünürlük, yüksek bağlanma kuvveti, farklı renk seçeneklerine sahip olan adeziv rezin simanlar kullanılmaktadır. Lityum disilikat tam seramiklerin simantasyonu; diş dokusu/ rezin siman/ lityum disilikat seramik arasında oluşan iki adet bağlantı mekanizması içermektedir. Yapılan çalışmalarda lityum disilikat/ rezin siman arasındaki bağlanma kuvveti 26 MPa olarak bildirilirken (Kumbuloğlu, 2005), mine/ rezin siman arasındaki bağlanma kuvveti 34.38, dentin/rezin siman arasındaki 18.09 MPa olarak bildirilmiştir (Bulut ve Atsu, 2017).

Simantasyon esnasında restorasyonun hatalı konumlandırılması, oluşan estetik sorunlar, simantasyon

Merve Yıldırak (✉)

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 34854 Başbüyük, Maltepe, İstanbul, Türkiye

Tel: 0216.412.1621, Fax: 0216.421.0291

e-mail: merve.karagoz@marmara.edu.tr

Rifat Gözneli

<sup>2</sup>Araştırma görevlisi, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı İstanbul, Türkiye

Submitted / Gönderilme: 29.09.2018 Accepted/Kabul: 18.01.2019

sonrası oluşan pulpitis, hassasiyet meydana gelmesi, dişeti reaksiyonları, çürük oluşumu gibi problemler restorasyonun sökülmesini gerektirebilmektedir. Fakat sağlanan bağlantı çok kuvvetli olduğundan tam seramik sistemlerin debonding prosedürü karmaşık bir hal almıştır. Konvansiyonel debonding yöntemi olarak kullanılmakta olan yöntem elmas frez ile aşındırmaktır. Hasta açısından konforsuz olması, işlemin uzun sürmesi, restorasyonun parçalanarak çıkarılması ve diş dokusuna verilen zarar konvansiyonel debonding prosedürünün dezavantajlarından (Tak ve arkadaşları, 2015). Son yıllarda konvansiyonel yönteme alternatif olarak lazerin debonding amacıyla kullanımı gündemdedir.

“LASER” kelimesi, İngilizce “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kelimelerinin baş harflerinden türetilmiş bir kısaltmadır ve dilimizde “radyasyon salınımının uyarılması ile ışık şiddetinin artırılması” anlamına gelir. Doku içerisinde soğurulan lazer enerjisi dokuda çoğunlukla termal enerjiye dönüşüp, buharlaşma (vaporizasyon) ya da kömürleşmeye (karbonizasyon) neden olur. Bu durum ışık enerjisinin ısı enerjisine dönüşümü olarak da tarif edilebilir. Lazerlerin ağız ve diş dokularında meydana getirdiği etkilerin çoğu ısı tarafından başlatılmaktadır. Bazen de soğurulan lazer ışığı dokuda sadece termal etki göstermeyip hücreler arası moleküler bağları kırarak etki gösterir (Coluzzi DJ, 2000). Bir dokunun optik özellikleri o dokuyu oluşturan maddelerin optik özelliklerine, miktarına ve dokudaki dağılımına bağlıdır. Dişi oluşturan bileşenler homojen değildir. Dentindeki organik ve inorganik maddelerin miktarı, minedeki miktarlarından farklı olmasından dolayı absorpsiyon katsayısı her katmanda farklı olur (Jelinkova ve arkadaşları, 2009)

Lazer debonding tekniği, seramik braketlerin sökülmesi amacıyla ilk olarak 1990 yılında kullanılmıştır (Azzeh ve Feldon, 2003). Diş hekimliğinde kullanılan tüm lazerler debonding işlemi için uygun olmayıp; diode, Ytterbium fiber, CO<sub>2</sub> (10600nm), Nd:YAG (1060nm) ve Er:YAG (2940 nm) bu amaçla kullanılmış lazer çeşitleridir (Sarp ve arkadaşları, 2010). Ancak yapılan çalışmalarda debonding amacıyla çoğunlukla Er:YAG lazer kullanılması önerilmektedir (Öztoprak ve arkadaşları, 2010; Morford ve arkadaşları, 2011; Nalbantgil ve arkadaşları, 2014; Sarı ve arkadaşları, 2014; Rechmann ve arkadaşları, 2014; Rechmann ve arkadaşları, 2015; Alakuş ve arkadaşları, 2016; Albakhi ve arkadaşları, 2017).

Lazerle debonding prosedüründe seramik yüzeyine uygulanan lazer ışınlarının bir kısmı seramik tarafından absorbe edilirken büyük kısmı transmisyona uğrayarak rezin simana ulaşır. Resin siman iletilen tüm enerjiyi absorbe eder ve ablasyon meydana gelir. Yeterli resin siman ablasyona uğradığında seramiğin diş yüzeyinden kopma kuvveti azalır ve restorasyon diş yüzeyinden kolaylıkla ayrılır. Bu sayede diş yüzeyinde meydana gelen yüzeysel zararın engellenmesi amaçlanmaktadır (Tocchio ve arkadaşları, 1993).

Tocchio ve arkadaşlarına göre lazerle debonding; ısısal yumuşama (thermal softening), ısıyla patlama (thermal ablation) veya ışıkla patlamanın (photo ablation) sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Isısal yumuşamada lazer enerjisi adeziv rezin yumuşayana kadar uygulanır. Adeziv yumuşadığı zaman çekim gücü azalır ve diş dokusu yüzeyinden kopma gerçekleşir. Isı artışının meydana gelmesi, lazer ışığının absorbe edilmesine bağlı olarak simanda, seramikte veya diş dokusunda meydana gelebilir. Isısal yumuşama ile debonding mekanizmasında süreç diğerlerine göre daha yavaş olduğundan ısısal artışın fazla olabileceği düşünülmektedir. Isıl ablasyonda önemli olan nokta kısa sürede ve yüksek güçte ısıma yapılmasıdır çünkü lazer ışınması yeteri hızda uygulandığında adezivde hızla ani bir sıcaklık artışı olur ve bu sayede adeziv buharlaşmış olur böylelikle seramiğin mine yüzeyinden ayrılması kolaylaşır. Işıklı ablasyon, yüksek enerjili lazer ışını uygulanıp rezin atomları arasındaki bağların enerji seviyelerini yükselterek aradaki bağların kopartılmasını sağlar. Isıl ablasyon ve ışıkla ablasyon mekanizmalarında hızlı ilerleyen bir süreç olduğu için rezin siman ve diş yüzeyi arasındaki ısı fizyolojik düzeyde kalır (Tocchio ve arkadaşları, 1993).

Lazer ışınının rezin simana nasıl bir etki yaratacağı hangi lazerin kullanıldığına ve kullanılan lazerin dalga boyuna, uygulama gücüne, süresine bağlı olarak değişmektedir. CO<sub>2</sub> lazerin kullanıldığı çalışmalarda (Strobl K ve arkadaşları, 1992; Rickabaugh ve arkadaşları, 1996; Obata A ve arkadaşları, 1999) debonding işleminin termal yumuşama mekanizması ile meydana geldiği ve oluşan ısının pulpada hasara neden olabileceği sonucuna varılmıştır. Erbiyum lazer ailesi Er:CrYSGG (2780nm) ve Er:YAG (2940nm) lazerlerden oluşmakta olup dalga boyları su ve hidroksiapatit içerisinde iyi absorbe olduğundan hem kısmen yumuşak dokulara hem de sert doku bileşenlerine etki etmektedirler. Fried’ e göre erbiyum lazerlerin etki mekanizması; lazer dalga boylarının su moleküllerinde absorbe edilmesi ve bu moleküllerin hızlı bir şekilde genişlemesine neden olması yani ablasyondur. Oluşan hızlı genişleme mikro patlamalara neden olur ve

sert dokuda 30 ila 50 µ derinliğinde bir ablasyon krateri oluşur (Fried ve arkadaşları, 2002). Daha önce yapılmış çalışmalar mine yüzeyine Er: YAG ve Er, Cr: YSGG lazer uygulanmasından önce yüzeye bir su tabakası uygulayarak ablasyon hızı ve veriminin arttırılabileceğini belirtmiştir (Tocchio ve arkadaşları, 1993). Ayrıca, su uygulanmasının, lazer uygulanan yüzeyin morfolojisi ve kimyasal bileşimini etkilediği savunulmuştur (Stern ve arkadaşları, 1966).

Debonding işleminde lazer tipleri kadar kullanılan seramik türü ve kalınlığı da önemlidir. Farklı seramik türleri farklı transmisyon katsayısına sahiptir ve bu durum lazerin etkinliğinin seramik türüne ve kalınlığına göre değişmesine sebep olmuştur. Yapılan çalışmalarda aynı kalınlıktaki lityum disilikat ve lösit materyallerinin farklı absorpsiyon bandı gösterdiği ve bundan yola çıkarak lazer enerjisini farklı oranlarda transmisyonla uğrattığı sonucuna varılmıştır (Morford ve arkadaşları, 2011). Zirkonya altyapılı seramiklerde transmisyon oranının lityum disilikat ve lösit materyaline göre düşük olduğu bildirilmiştir. Bu durum materyalin daha opak olması, yüksek kristal oranı ve translüsentliğinin düşük olması ile ilişkilendirilmiştir (Rechmann ve arkadaşları, 2014). Aynı materyalde farklı lazerler ile ölçülen transmisyon oranlarının benzer olduğu ve materyal geçirgenliğinde lazer kaynağının etkisi olmadığı belirtilmiştir. Kalınlık ve pigmentasyon arttıkça transmisyon oranlarının düştüğü rapor edilmiştir (Pich ve arkadaşları, 2013).

Bu çalışma; rezin siman ile simante edilmiş tam seramik restorasyonların sağlam bir şekilde çıkarılması amacıyla kullanılmış Er:YAG lazer çalışmalarının incelenmesini amaçlayan bir literatür taramasıdır.

## Metot

Bu çalışmada Pubmed veri tabanında “laser debonding veneer” (n=6), “laser crown removal” (n=48), “Er:YAG laser ceramic” (n=189) anahtar kelimeleri girilerek arama yapılmıştır. 2000 yılından 2018 yılına kadar SCI kapsamındaki tüm çalışmalar belirlenmiştir. Editöre mektuplar dahil edilmeyip toplamda 7 adet in-vitro çalışma ve 15 adet vaka içeren 7 adet vaka sunumu çalışması değerlendirilmiştir.

## Bulgular

### *Er:YAG lazer ile tam seramik restorasyonların çıkarılmasını inceleyen in-vitro çalışmalar:*

Morford ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptıkları çalışmada lösitle güçlendirilmiş cam seramik ve lityum disilikatla güçlendirilmiş cam seramikler ile üretilen veneerlere Er:YAG lazer ile debonding işlemi uygulamışlardır. Aynı kalınlıktaki lityum disilikatla güçlendirilmiş seramik veneerlerin transmisyon oranının (%27 ile %44), lösitle güçlendirilmiş veneerlere (%12 ile %21) oranla iki kat daha fazla bulunmuştur. Bu farklılığın farklı kimyasal içerikten kaynaklandığı belirtilmiştir. Lityum disilikatla güçlendirilmiş seramik veneerler debonding sırasında kırılmazken, lösit ile güçlendirilmiş seramik veneerlerin %36’sı kırılarak çıkarılabilmektedir. Bu durumu lityum disilikat seramiklerin daha yüksek bükülme dayanımına sahip olduklarından ablasyon sırasındaki basınç artışını daha kolay kompanse edebilmeleri ile açıklamışlardır. Debonding süresi lösitle güçlendirilmiş veneerler için 113±76 sn bulunurken, lityum disilikat ile güçlendirilmiş veneerlerde 100±42 sn olarak belirtilmiştir. Ortalamanın üstünde, uzun sürelerde gerçekleştirilen debonding işleminin düşük enerji ayarlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca alttaki diş yapısı incelendiğinde herhangi bir ablasyon, hasar ve kırık gözlenmemiştir. Bu durum kullanılan lazer enerjisinin mine ve dentin dokusunda ablasyon meydana getirebilecek enerjiden 20 kat daha az olmasıyla açıklanmıştır (Morford ve arkadaşları, 2011).

Öztoprak ve arkadaşları 2012 yılında porselen laminate veneerlerin güvenilir bir şekilde çıkarılabilmesi için gereken Er:YAG lazer uygulanma süresini araştırmayı amaçlamıştır. Seksen adet Empress II seramik disk (0,7mm kalınlık, 5mm çap) hazırlanıp Variolink II rezin siman ile simante edilmiştir. 4 adet çalışma grubu oluşturulmuştur. Bunlar; lazer uygulaması yapılmamış kontrol grubu/ 3sn/ 6sn/ 9sn lazer uygulaması yapılmış çalışma gruplarıdır. Numunelere Er:YAG lazer (50 Hz frekans, 100mJ, 5W) uygulaması 2mm mesafeden yapıldıktan sonra bağlanma dayanımları değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında lazer uygulamasının tam seramiğin bağlanma kuvvetini anlamlı derecede azalttığı bildirilmiştir. Kontrol grubunun ortalama SBS değeri 27.5 ± 1.44 MPa iken, 3-, 6 – ve 9-s çalışma grupları için değerler sırasıyla 10.58 ± 0.9, 8.47 ± 0.8 ve 3.54 ± 0.46 MPa idi. Lazer uygulanma süresi ve SBS değeri arasında ters orantı olduğu ve Er:YAG lazerin

tam seramik restorasyonların sökülmesinde etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir.

İşeri ve arkadaşları, 2014 yılında Er:YAG lazerin porselen veneerlerin çıkarılması üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. 60 adet Empress II seramik disk (0,7mm kalınlık, 5mm çap) hazırlanıp Variolink II rezin siman ile simante edilmiştir. 2 adet çalışma grubu oluşturulmuştur (n=30). Bunlar; lazer uygulaması yapılmamış kontrol grubu ve 9sn lazer uygulaması yapılmış çalışma gruplarıdır. Numunelere Er:YAG lazer (50 Hz frekans, 100mJ, 5W) uygulaması 2mm mesafeden yapıldıktan sonra bağlanma dayanımları değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında lazer uygulamasının tam seramiğin bağlanma kuvvetini anlamlı derecede azalttığı bildirilmiştir. Çalışmanın sonuçları kontrol ( $27.28 \pm 2.24$  MPa) ve test grubu ( $3.44 \pm 0.69$  MPa) arasında anlamlı farklılık göstermiştir ( $P < 0.05$ ). Er: YAG lazer uygulamasının veneer seramiklerin bağlanma kuvvetini azalttığını ve debondingte etkili olduğu belirtilmiştir.

Sarı ve arkadaşları 2014'te yaptıkları çalışmada 5 farklı seramik grubundan (feldspatik, lösit, lityum disilikat, zirkonya altyapılı veneer, monolitik zirkonya) farklı kalınlıklarda (0.5 mm ve 1 mm) örnekler hazırlayarak Er-YAG lazer (1W;500mJ x 2Hz) ışınının transmisyon miktarını karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma sonuçlarında en yüksek transmisyon (%88) oranı 0.5 mm kalınlıkta hazırlanan lityum disilikat örneklerde ölçülürken, en düşük (%44) değer ise 1 mm kalınlıkta hazırlanan feldspatik seramik örneklerde ölçülmüştür. Tam seramiklerin debonding için gereken lazer enerjisini yeterli düzeyde iletebildikleri gösterilmiştir. Lityum disilikat seramikler ve zirkonyum oksit ile güçlendirilmiş seramikler karşılaştırıldığında zirkonyum oksitin lityum disilikata göre %80 daha düşük transmisyon oranına sahip oldukları bildirilmiştir. Zirkonyum oksitin transmisyon oranlarının düşük olması materyalin daha opak olması, yüksek kristal oranı ve translüesentliğinin düşük olması ile ilişkilendirilmiştir. Aynı zamanda tüm seramik gruplarında kalınlık arttıkça transmisyon oranları azalmıştır (Sarı ve arkadaşları, 2014). (Tablo 1)

Lazerle debonding prosedürü uygulanırken dikkat edilmesi gereken noktalardan biri uygulama sırasında meydana gelen sıcaklık artışıdır. Bu sıcaklık artışının pulpa için kritik değer olan  $5,5C^{\circ}$ 'ye ulaşmasını ve geri dönüşümsüz bir enflamasyonun başlamasını engellemek için hava su soğutması ile birlikte lazer uygulanması önerilmektedir. Özellikle  $CO_2$  lazerin kullanıldığı çalışmalarda debonding

işleminin termal yumuşama mekanizması ile meydana geldiği ve oluşan ısının pulpada hasara neden olabileceği belirtilmiştir (Strobl ve arkadaşları, 1992; Rickabaugh ve arkadaşları, 1996;).

Rechmann ve arkadaşları 2015 yılında yaptıkları çalışmada Er-YAG lazer (10 Hz frekans, 560 mJ enerji) ile debonding esnasında pulpa odası etrafında oluşan ısı artışını gözlemlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada kullanılan 20 kuronun 8'inde ısı  $5,5C^{\circ}$ 'yi geçtiği ve hatta birinde  $11,5 C^{\circ}$ 'ye ulaşırken diğer 12 kuronda  $5,5C^{\circ}$ 'ye ulaşmayan ısı artışı olduğunu belirtmişlerdir. Pulpa odası etrafında ortalama  $5,4 \pm 2,2 C^{\circ}$  ısı artışı meydana gelmiştir. Oluşan ısının miktarı kalan dentinin kalınlığına, kullanılan seramiğin kalınlığına, kullanılan lazerin tipi ve parametrelerine ve uygulama esnasındaki hava-su soğutmasına büyük ölçüde bağlıdır. Hayakawa ve arkadaşları monokristalin ve polikristalin seramik braketlere debonding amacıyla Nd:YAG lazer (1J, 2J ve 3J) uygulamaya başladıktan 3s sonra pulpa odası etrafında ısı artışının başladığı ve ısı artışının son derece düşük olup maksimum ısı artışını  $5,1C^{\circ}$  olarak bildirmişlerdir (Hayakawa ve arkadaşları, 2005). Sarp ve ark, 2010 yılında yaptıkları çalışmada Ytterbium Fiber Laser (1070 nm) ile devamlı mod ve atımlı modda lazer ile debonding prosedürünü karşılaştırmışlardır. Çalışma sonuçlarında sürekli modda lazer uygulaması esnasında intrapulpal sıcaklık değişikliklerinin 3.5 W lazer gücü seviyesine kadar kabul edilen eşik değerini ( $5,5C^{\circ}$ ) altında kaldığı belirtilmiştir. Ayrıca uygulanan güç arttıkça pulpadaki sıcaklık farkı da artmaktadır. Her iki lazer atım modu karşılaştırıldığında modüle atım yapılan modda daha az sıcaklık değişimi meydana gelerek daha hızlı ve daha kolay debonding sağlandığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışma lazer modunun, dalga boyu ve çıkış gücü kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur (Sarp ve arkadaşları, 2010). Feldon ve arkadaşlarının pulpa odasındaki sıcaklık farklarını inceledikleri çalışmasında 5 W gücünde diyet lazer uygulanan monokristalin braket grubu hariç hiçbir grupta  $5,5C^{\circ}$ 'lik eşik değerini geçmezken 5 W gücünde diyet lazer uygulanan monokristalin braket grubunda  $5,5C^{\circ}$ 'lik eşik değerini geçip %15 inde pulpa nekrozu meydana geldiğini bildirmişlerdir (Feldon ve arkadaşları, 2010).

Rechmann ve arkadaşları 2014'te yaptıkları çalışmada tam seramik kuronların Er:YAG lazer ile debonding sürelerini incelemişlerdir. Kuronların tamamı lazerle başarılı bir şekilde sökülebilmştir. Ortalama olarak; tüm Emax CAD kuronlar  $190 \pm 92$  sn'de sökülebilmştir. ZirCAD kuronlarda 0.3-0.5 mm marjin kalınlığın

226±105 sn 300 mJ enerji kullanılarak sökülürken, 1mm kalınlıkta champher marjinleri olan kuronlarda 312±102 sn'de ve 500 mJ enerji kullanılarak sökülülmüştür. Bu çalışmada kuronlar monolitik olarak test edilmiştir. Çift tabakalı tam seramik kuronların lazer ile debondinginin çok daha kolay olacağı düşünülmektedir (Rechmann ve arkadaşları, 2014).

Albalkhi ve arkadaşları 2017 yılında porselen laminate veneerlerin debondinginde çeşitli lazer parametrelerinin kullanımı, kontakt ve non kontakt lazer uygulama modlarının etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada kırık adet maxillar premolar diş kullanılmıştır. On altı adet diş uygulama modlarına göre iki alt gruba ayrılmıştır. Grup A'ya non kontakt modda, grup B'ye kontakt modda 360 mJ, 15 Hz parametrelerinde Er:YAG lazer uygulaması yapılmıştır. İlk değerlendirilen sonuçlar, non kontakt modun daha verimli olduğunu göstermiştir, bu nedenle non kontakt modda ilave gruplar oluşturulmuş (C grubu (400 mJ, 10 Hz), D grubu (270 mJ, 15 Hz), grup E (300 mJ, 10 Hz) ) ve farklı enerji, frekans gibi lazer parametreleriyle çalışmaya devam edilmiştir. Non kontakt modda etkinliğin artırılması için enerjiden ziyade frekansın artırılmasının daha güvenli olacağı bildirilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre non kontakt modda debonding süresi daha kısa bulunmuştur fakat pulpa odası etrafında meydana gelen ısı artışının kontakt moda göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Albalkhi ve arkadaşları, 2017)

Zhang ve arkadaşları 2018 yılında Er:YAG lazer ile (30Hz, 100mJ) debonding yaptıkları 12 örneğin tamamını başarılı bir şekilde çıkarabilmiştir. Örneklerin 8'i sağlam bir şekilde çıkarken 4 tanesi kırılarak çıkarılabilmektedir. Çalışmanın sonuçlarında yapılan lazer atımı sayısı 17157 ile 4077 (ortalama 9836,25) arasında değişen değerlerde kaydedilmiştir. Debonding süresinin 136 ile 572 sn (ortalama 328 sn) arasında bulunduğu bildirilmiştir (Zhang ve arkadaşları, 2018). (Tablo 2)

Lazerle debonding prosedürü uygulanan örnekler ışık mikroskobu altında incelendiğinde diş yüzeyinde kırık, çatlak gibi herhangi bir zararla karşılaşılması ve debondingın çoğunlukla seramik ve rezin siman arayüzünde adeziv kırılma ile gerçekleştiği görülmüştür. Çalışmalar incelendiğinde Çalışmadaki artık adeziv skorları incelendiğinde bütün simanın mine yüzeyinde kaldığı görülmüştür. Ayrıca dental seramiklerin kimyasal içeriğinde herhangi bir değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür (Sarı ve arkadaşları, 2014)

**Tablo 1.** Er: YAG Lazer ile Veneer Seramiklerde Debonding Tekniklerinin Karşılaştırılması.

Çalışma	Lazer Parametresi Er:YAG (2940 nm)	Seramik	Uzaklık	Seramik kalınlığı	Örnek sayısı	Debonding süresi	Isı artışı
Morford ve arkadaşları, 2011	*10 Hz frekans, 133mJ *Su soğutması	Lösit LDS	3 – 6mm	İnsizal 1,18±0,12 Orta üçlü 0,98±0,7 Servikal 0,76±0,11	24 adet (11 adet Lösit, 13 adet LDS)	Lösit; 113±76 (31-290 sn) LDS; 100±42 (48 – 205sn)	Belirtilmemiş
Öztoprak ve arkadaşları, 2012	*50 Hz frekans, 100mJ, 5W	LDS	2mm	0,7 mm kalınlık, 5 mm çap	80 adet LDS (n=20)	3/6/9 sn	Belirtilmemiş
İşeri ve arkadaşları, 2014	*50 Hz frekans, 100mJ, 5W	LDS	2mm	0,7 mm kalınlık, 5 mm çap	60 adet LDS (n=30)	9 sn	Belirtilmemiş
Sarı ve arkadaşları, 2014	*2 Hz frekans, 500mJ, 1W	Feldspatik LDS Lösit Zirkonya altyapılı seramik Monolitik zirkonya	kontakt	0,5/1 mm	10 adet	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş



**Tablo 2.** Er:YAG Lazer ile Tam Seramik Kuronlarda Debonding Tekniklerinin Karşılaştırılması

Çalışma	Lazer	Lazer Parametresi	Uzaklık	Seramik türü ve kalınlığı	Örnek sayısı	Debonding süresi	Isı artışı
Rechmann ve ark., 2014	Er:YAG (2940 nm)	*10 Hz frekans, 126 mJ *10Hz frekans, 590 mJ	10mm	*LDS; O:1,91±0,25; B:1,68 ±0,15; L:1,75± 0,26; MD: 1,82± 0,21 *Zirkonya (bıçaksırtı marjinli) O:0,9±0,1; B:0,96±0,05; L:0,95±0,05; MD: 0,98± 0,04 *Zirkonya (champer marjinli) O:1,89±0,18; B:1,6±0,08; L:1,55 ±0,05; MD:1,57± 0,07	40 adet (n=20) *LDS(20 adet) *Zirkonyum ile güçlendirilmiş (bıçaksırtı) marjin 10 adet, champer marjin 10 adet)	*LDS; 190±92sn *Zirkonyum ile güçlendirilmiş; -Bıçarsırtı 226±105 sn -champer marjin 312±102 sn	Belirtilmemiş
Rechmann ve ark., 2014	Er:YAG (2940 nm)	10Hz frekans, 300mJ – 500mJ	10mm	*0,5-1mm koping kalınlığı *Kuron;1,5mm kontakt 2mm fonksiyonel kasp 1,5mm non fonksiyonel kasp	16 adet *8 adet LDS kor destekli kuron *8 adet zirkonya kor destekli kuron	LDS;120-210 Zirkonya;120-300	Belirtilmemiş
Rechmann ve ark., 2015	Er:YAG (2940 nm)	*10Hz frekans, 560 mJ *2 cm mesafe su soğutması	5mm	Oklüzal 2,24 ±0,21 Bukkal 1,89 ±0,18 Lingual 1,81± 0,14 Mesial-distal 1,85± 0,14	20 adet LDS	Ortalama 135±35 sn	*8 adet örnekte ısı artışı >5,5°C *12 örnekte<5,5°C Ortalama5,4± 2,2°C
Gurney ve ark., 2016	Er:CrYSGG (2780 nm)	*25 Hz frekans *3W/ 3,5W/ 4W/ 5W	NA	6mm x 6 mm x 1,5 mm	20 adet LDS (n=5)	30/60/90 sn	Belirtilmemiş
Albalkhi ve ark., 2017	Er:YAG (2940 nm)	*15 Hz,360mJ,5.4W *15 Hz, 270 mJ *10 Hz, 300mJ *10 Hz, 400mJ	*2-3mm (kontakt) *7-8 mm (nonkontakt)	5 mm x 7 mm, 0,7 mm derinlik ve 0.5 mm marjin	40 adet LDS	12,63 – 96,38 sn	2,9-4,21°C

### Tam seramik restorasyonların Er:YAG lazer kullanılarak çıkarıldığı klinik vakalar:

Klinikte lazer ile debonding prosedürü restorasyonun hangi materyalden üretildiğine bağlı olarak kullanılabilir. Lityum disilikat ve lösit ile güçlendirilmiş tam seramik materyallerden üretilmiş estetik restorasyonların sökümünde Er:YAG lazer başarılı bir şekilde kullanılırken zirkonya altyapılı veya metal destekli restorasyonların sökümünde kullanımı önerilmez (Glenn ve arkadaşları, 2013). Fakat zirkonya altyapılı restorasyonlarda kullanılan klinik raporlar da mevcuttur (Cranska ve arkadaşları, 2015). Sadece erbiyum dalga boyları (2,780 nm’ de Er, Cr: YSGG ve 2,940 nm’ de Er: YAG) porselen restorasyonların sökümü için güvenli bir şekilde kullanılabilirler. Diyet, CO2 veya Nd: YAG lazerler gibi diğer dalga boylarındaki lazerler öncelikle yumuşak doku lazerleri olduğundan porselen restorasyonların sökümünde etkili veya güvenli bir şekilde kullanılamazlar. Er:YAG lazer ile tam seramik veneerlerin

sökümü tam seramik kuronların sökümüne kıyasla daha az zaman ve daha az enerji gerektirir. Diğer yandan bu tekniğin kullanılabilmesi için restorasyonun rezin simanlar ile simante edilmesi gereklidir; cam iyonomer, çinko fosfat siman gibi geleneksel simanlar ile simante edilen restorasyonların lazerle sökümü uygun değildir. Glenn ve arkadaşları debonding için lazer değerlerini su soğutması olmadan 1,5 W ve su soğutması altında 6W aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Cam matris seramikler için önerilen 5 – 6 W gücünde Er:YAG lazerin su soğutmasıyla birlikte uygulanmasıdır. Ayrıca bu yöntemin klinikte kullanımı restorasyonu söküp küçük düzeltmeler yapıp tekrar kullanılmasına imkân sağladığından hem hekim hem hasta için maliyet ve zamandan tasarruf edilmesine olanak sağlar (Glenn ve arkadaşları, 2013). Tablo 3 ve 4’te Er:YAG lazerin laminate veneerlerde ve tam seramik kuronlarda debonding amacıyla kullanıldığı klinik parametreler yol gösterici olması amacıyla paylaşılmıştır.

**Tablo 3.** Er:YAG Lazer ile veneer debonding vakaları

Çalışma	Vaka	Seramik	Lazer	Lazer parametreleri	Lazer uygulanma süresi
Van As, 2012	35 yaşında Kadın	Lösit	Er:YAG (2940 nm)	30 Hz 175 mJ 5.25 W Su	30 – 60 sn
Van As, 2012	45 yaşında Kadın	Belirtilmemiş	Er:YAG (2940 nm)	30 Hz 175 mJ 5.25 W Su	Belirtilmemiş
Kursoğlu ve Gursoy, 2013	38 yaşında Kadın	Lösit	Er:YAG (2940 nm)	20 Hz 320 mJ Su	9sn
Kursoğlu ve Gursoy, 2013	66 yaşında Erkek	Lösit	Er:YAG (2940 nm)	20 Hz 320 mJ Su	9sn
Broome PJ ve ark., 2007	40 yaşında Kadın	Feldspatik	Er, CR:YSGG	25 Hz 4W	15 sn

**Tablo 4.** Er:YAG Lazer ile kuron debonding vakaları

Çalışma	Vaka	Seramik	Lazer	Lazer Parametreleri	Lazer uygulanma süresi
Van As, 2012	40 yaşında Kadın	LDS	Er:YAG (2940 nm)	6W 30 Hz 200 mJ Su	60 sn bukkal 60 sn palatinal
Glenn A, 2013	52 yaşında Erkek	LDS	Er:YAG (2940 nm)	10 Hz 100 mJ Su	40 sn bukkal 10 sn palatinal
Glenn A, 2013	37 yaşında Kadın	LDS	Er:YAG (2940 nm)	30 Hz 200 mJ Su	30 sn bukkal 10 sn palatinal
Cranska ve arkadaşları, 2013	59 yaşında Kadın	Monolitik zirkonya	Er:YAG (2940 nm)	2W 15Hz 135mJ	<60 sn
Cranska ve arkadaşları, 2013	Belirtilmemiş	Zirkonya altyapılı porselen	Er:YAG (2940 nm)	1,6W 8Hz 200mJ (Kontakt uç)	15 sn
Cranska ve arkadaşları, 2013	Belirtilmemiş	Lösit	Er:YAG (2940 nm)	2W 15Hz 135mJ (kontakt uç)	Belirtilmemiş
Cranska ve arkadaşları, 2015	40 yaşında Erkek	LDS	Er:YAG (2940 nm)	3W 15Hz 200mJ (kontakt uç)	Belirtilmemiş
Cranska ve arkadaşları, 2015	49 yaşında Erkek	Monolitik zirkonya	Er:YAG (2940 nm)	2W 15Hz 135mJ	<120 sn
Cranska ve arkadaşları, 2015	68 yaşında Kadın	Zirkonya destekli porselen	Er:YAG (2940 nm)	3W 15Hz 200mJ (kontakt uç)	Belirtilmemiş
Spath ve Smith, 2017	Belirtilmemiş	Belirtilmemiş	Er:YAG (2940 nm)	5W 15 Hz 600 mJ	120

## Tartışma ve Sonuç

1. Lazer ile debonding prosedürü tam seramik sistemlerin bağlanma dayanımını azaltarak, restorasyona ve destek diş dokusuna zarar vermeden çıkarılmasına imkan sağlar.
2. Lazer ile debonding prosedürü restorasyonusağlam bir şekilde söküp küçük düzeltmeler yapıp tekrar kullanılmasına imkan sağladığından hem hekim hem hasta için maliyet ve zamandan tasarruf edilmesine olanak sağlamaktadır.
3. Lazer ile debonding prosedüründe dikkat etmemiz gereken pek çok faktör vardır;
  - Kullanılan lazer tipi
  - Uygulanan güç, enerji, frekans
  - Uygulama esnasında su uygulanması
  - Lazer ucunun seramik yüzeyine olan uzaklığı
  - Lazerin uygulanma süresi
  - Tam seramik türü ve kalınlığı
  - Restorasyon çeşidi
  - Restorasyonun bulunduğu bölge
4. Debonding amacıyla hidroksiapatit ve suda absorpsiyonları yüksek olduğundan erbiyum lazerlerin (Er:Cr:YSGG (2780 nm) ve Er:YAG (2940 nm)) kullanımı önerilmektedir. Fakat lazerin hangi parametrelerde kullanılacağı hakkında görüş birliği için daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.
5. Debonding işlemi sırasında pulpa etrafında kritik derecelerde ısı artışına sebep olmamak için muhakkak hava/su soğutması ile kullanımı önerilmektedir.
6. Seramik restorasyonun kalınlığı arttıkça lazer frekansının artırılması önerilmektedir.

## Kaynaklar

1. Albalkhi M, Swed E, Hamadah O. Efficiency of Er:YAG laser in debonding of porcelain laminate veneers by contact and non-contact laser application modes (In vitro study). *J Esthet Restor Dent* 2018;1-6. DOI: 10.1111/jerd.12361
2. Azzeh E and Feldon PJ. Laser debonding of ceramic brackets: a comprehensive review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(1):79-83.
3. Broome PJ. Utilization of an Er, Cr:YSGG laser for the removal of all-ceramic restorations. *Pract Proced Aesthet Dent* 2007;19(1):23–5.
4. Bulut AC, Atsü SS. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different resin cements to enamel and dentin. *J Adv Prosthodont* 2017;9:57-66
5. Coluzzi DJ. An overview of laser wavelengths used in dentistry. *Dent Clin North Am* 2000; 44:753-765.
6. Cranska JP. Laser removal of all-ceramic restorations. Solving a difficult clinical challenge. *Dent Today* 2015;34:110–3.
7. Cranska JP. Removing all-ceramic restorations with lasers. *Dent Today* 2013;32(6):101–2. 104.
8. Feldon, P.J., Murray, P.E., Burch, J.J., Meister, M. A., Freedman MA. Diode Laser Debonding of Ceramic Brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;138:458–62.
9. Fidan Alakuş Sabuncuoğlu, Şeyda Erşahan, Ergül Ertürk. DEBONDING OF CERAMIC BRACKETS BY ER:YAG LASER. *J Istanbul Univ Fac Dent* 2016;50(2):24-30. <http://dx.doi.org/10.17096/jiufd.39114>
10. Fried D, Shouri N, Breunig T, Shori R. Mechanism of water augmentation during IR laser ablation of dental enamel. *Lasers Surg Med* 2002;31(3):186-93.
11. Glenn A. van As. Using the Erbium Laser to Remove Porcelain Veneers in 60 Seconds minimally Invasive, Efficient, and Safe. *J Cosmet Dent.* 2013;28(4):20– 34.
12. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NS, Bonfante EA. New Classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont* 2015;28:227–235.
13. Gurney ML, Sharples SD, Phillips WB, Lee DJ. Using an Er, Cr: YSGG laser to remove lithium disilicate restorations: A pilot study. *J Prosthet Dent* 2016;115(1):90–4.
14. Hayakawa K. Nd:YAG laser for debonding ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128:638–47.
15. Iseri U, Oztoprak MO, Ozkurt Z, Kazazoğlu E, Arun T. Effect of Er:YAG laser on debonding strength of laminate veneer. *Eur J Dent* 2004;8(1): 58-62. doi: 10.4103/1305-7456.126243
16. Jelinkova H, Sulc J, Dostalova T, Koranda P, Nemeč M, Hofmanova P. Bracket debonding by mid-infrared laser radiation. *Laser Phys Lett* 2009;6(3):222-228.
17. Kumbuloğlu O, Lasilla LVJ, User A, Toksavul S, Vallittu PK. Shear bond strength of composite resin cements to lithium disilicate ceramics. *J Oral Rehabil* 2005; 32; 128–133
18. Kursoglu P, Gursoy H. Removal of fractured laminate veneers with Er:YAG laser: report of two cases. *Photomed Laser Surg* 2013;31(1): 41–3.
19. Morford CK, Cm DDS, Buu NCH, Nb DMD, Rechmann BMT. Er:YAG Laser Debonding of Porcelain Veneers. 2011;974:965–74.
20. Nalbantgil D, Tozlu M, Oztoprak MO. Pulpal Thermal Changes following Er-YAG Laser Debonding of Ceramic Brackets. *ScientificWorldJournal.* 2014;2014:912429. doi: 10.1155/2014/912429.
21. Obata A, Tsumura T, Niwa K, Ashizawa Y, Deguchi T IM. Super pulse CO2 laser for bracket bonding and debonding. *Eur J Orthod.* 1999;21:193–8.

22. Oztoprak MO, Nalbantgil D, Erdem AS, Tozlu M, Arun T. Debonding of ceramic brackets by a new scanning laser method. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(2):195–200.
23. Oztoprak MO, Tozlu M, Iseri U, Ulkur F, Arun T. Effects of different application durations of scanning laser method on debonding strength of laminate veneers. *Lasers Med Sci.* 2012;27(4):713–6.
24. Pich O, Franzen R, Gutknecht N, Wolfart S. Laser treatment of dental ceramic/cement layers: transmitted energy, temperature effects and surface characterisation. *Lasers Med Sci.* 2013;1–7.
25. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Finzen FC. Laser all-ceramic crown removal and pulpal temperature—a laboratory proof-of-principle study. *Lasers Med Sci.* 2015;30(8):2087–93. doi: 10.1007/s10103.015.1738-1.
26. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Le CQ, Finzen FC. FJ. Laser all – ceramic crown removal-A laboratory proof-of-principle study-Phase 1 material characteristics. *Lasers Surg Med.* 2014;46:628–35.
27. Rechmann P., Buu NC., Rechmann BM. FF. Laser all-ceramic crown removal-a laboratory proof-of-principle study-phase 2 crown debonding time. *Lasers Surg Med.* 2014;643:636–43.
28. Rickabaugh JL., Marangoni RD. MK. Ceramic bracket debonding with the carbon dioxide laser. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1996;110:388–93.
29. Sari T, Tuncel I, Usumez A. Transmission of Er:Yag laser through different dental ceramics. *Photomed Laser Surg.* 2013; 32(1):37-41. DOI: 10.1089/pho.2013.3611
30. Sarp, A.S., and Gulsoy M. Ceramic bracket debonding with ytterbium fiber laser. *Lasers Med Sci* 2010;26:577–84.
31. Spath A, Smith C. Removal of modern ceramics. *Compend Contin Educ Dent* 2017;38(5):326–33.
32. Stern RH, Sognnaes RF, Goodman F. Laser effect on in vitro enamel permeability and solubility. *J Am Dent Assoc* 1966; 78:838-843.
33. Strobl, K., Bahns, T.L., Willham, L., Bishara, S.E. A, Stwalley WC. Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101:152–8.
34. Tak O, Sari T, Malkoc MA , Altintas S, Usumez A, Gutknecht N. The Effect of Transmitted Er:YAG Laser Energy Through A Dental Ceramic on Different Types of Resin Cements. *Lasers Surg Med* 2015; 47:602–607.
35. Tocchio RM, Williams PT, Mayer FS SK. Laser debonding of ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1993;103:155–62.
36. Van As G. Laser removal of porcelain veneers. *Dent Today* 2012;31 (9):84, 86, 88–9.
37. Zhang Y, Rocca J, Fornaini C, Zhen Y, Zhao Z, Merigo E. Er:YAG Laser Debonding of Porcelain Laminate Veneers. *Preprints* 2018; 201.806.0086 (doi: 10.20944/preprints201.806.0086.v1).

# Zirkonyum Destekli Sabit Protetik Restorasyonlarda Klinik Başarı Değerlendirme Kriterleri

## Clinical Success Evaluation Criteria in Zirconia-Based FixedI Prosthesis

Elçin KESKİN ÖZYER<sup>1</sup>, Erkut KAHRAMANOĞLU<sup>2</sup>, Şükrü Can AKMANSOY<sup>3</sup>, Yasemin KULAK ÖZKAN<sup>4</sup>

### Öz

Sabit protetik restorasyonlarda metal destekli seramik restorasyonlar klinik olarak uzun yıllardan beri başarıyla kullanılmalarına rağmen yapısındaki metal alt yapının; restorasyonun ışık geçirgenliğini azaltarak estetik sakıncalara yol açması, özellikle marjinlerde metal-iyon renklemesi ile gri renkte hoş olmayan bir görüntüye sahip olması, lokal doku reaksiyonuna ve korozyon toksisitesine sebep olabilmesi gibi dezavantajlarından ötürü bu materyal yerine yeni arayışların doğmasını gerektirmiştir.

Günümüzde çok sayıda güçlendirilmiş tam seramik sistemi geliştirilmiştir. Güçlendirilmiş tam seramik sistemleri arasında zirkonyum esaslı seramik restorasyonlar, yüksek dayanıklılık ve estetik özelliklerinden dolayı tercih edilirler. Klinikte zirkonyum oksit kor materyali olarak kullanımı tatminkar optik özellikler, 1000 MPa'ı geçen yüksek bükülme direnci, biyolojik uyumluluğu ve translüent olması gibi avantajları sayesinde tercih edilmektedir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı yttrium ile stabilize edilmiş zirkonyum oksit polikristalleridir.

Kullanılan materyallerin ve uygulama tekniklerinin başarılarını ve özelliklerini belirleyebilmek, restorasyonların klinik prognozunu belirlemek, restorasyonları oral çevrede değerlendirebilmek amacıyla kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu nedenle bir takım klinik başarı değerlendirme kriterleri

oluşturularak standardizasyona bağlanmıştır. Belli standartlar ölçütünde restorasyonun klinik olarak değerlendirilmesi ve başarısına karar verilmesi mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Zirkonyum, Estetik, Klinik Başarı.

### Abstract

Although metal-supported ceramic restorations have been clinically used for many years with success in fixed prosthetic restorations, there is a need for an alternative because metal infrastructures decrease light transmittance, resulting in aesthetic drawbacks. They have a grey colour due to metal-ion colouring, especially in the margins, and they might cause local tissue reaction and corrosion toxicity.

Currently, several strengthened all-ceramic systems have been developed. Zirconia-based ceramic restorations are among the preferred strengthened all-ceramic systems due to their high durability and aesthetic characteristics. The use of zirconium oxide as a core material is also clinically preferred due to its advantages such as satisfactory optical properties, bending resistance of over 1000 MPa, biological compatibility and translucency. The most commonly used ones are yttria-stabilised zirconia polycrystals.

In order to assess the success and characteristics of used materials and application methods, controlled clinical studies are needed to determine the clinical prognosis of restorations and evaluate restorations in the oral environment. Thus, several clinical success evaluation criteria were created and standardised. It is possible to clinically evaluate restorations and determine their success according to certain standards.

**Keywords:** Zirconium, Aesthetics, Clinical Success.

Elçin Keskin Özyer (✉)

<sup>1</sup> Marmara University Faculty of Dentistry, Prosthodontics Department, Istanbul/TURKEY Tel: 0216 421 16 21, Fax: 0216 421 02 91  
e-mail: elcinozyer@marun.edu.tr

Erkut Kahramanoğlu

<sup>2</sup> Doktor Öğretim Üyesi, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı İstanbul, Türkiye

Şükrü Can Akmansoy

<sup>3</sup> Araştırma Görevlisi, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı İstanbul, Türkiye

Yasemin Kulak Özkan

<sup>4</sup> Profesör Doktor, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı İstanbul, Türkiye

Submitted / Gönderilme: 14.09.2018 Accepted/Kabul: 22.03.2019

## ZİRKONYUM

### 1. Zirkonyumun Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Zirkonyum ilk olarak 1789 yılında Alman kimyacı Martin Heinrich Klaproth tarafından, birtakım değerli taşların ısıtılması sonucu reaksiyon ürünü olarak bulunmuştur (Piconi C ve Macauro G, 1999). Sembolü 'Zr' olan zirkonyum, atom numarası 40 ve atom kütlesi 91,22 olan;

periyodik cetvelin 5. periyodunda 4b grubunda yer alan geçiş metal elementidir (Vagkopoulou T ve ark, 2009).

Zirkonyum elementi, oda sıcaklığında heksagonal sıkı paketlenmiş kristalin yapıda olup doğada saf halde bulunmaz; birçok farklı bileşik halinde bulunabilir. Bunlar zirkonat ( $ZrO_3$ ), zirkonil tuzu ( $ZrO_2$ ) ve en önemli birleşimi olan zirkonyum oksittir ( $ZrO_2$ ) (Akkayan B ve Gülmez T, 2002).

Reaktif bir element olan zirkonyum, hava veya sıvı ile temas ettiğinde yüzeyinde oksit tabakası oluşur ve bu sayede zirkonyumun korozyona karşı daha dirençli olması sağlanır (Denry I ve Kelly JR, 2008). Sertliği, aşınma direnci, dayanıklılığı, yüksek korozyon direnci ve ani ısıl değişimlere dayanıklılığı gibi özellikleri nedeni ile endüstride kullanım alanı bulan zirkonyum, ortopedide ilk olarak 1960'lı yıllarda biyomateryal olarak kullanılmaya başlanmıştır. Diş hekimliğinde ise, ortodontik braketlerde, post-kor sistemlerde, implant dayanaklarında ve implantlarda kullanılmaktadır. (Piconi C ve Maccauro G, 1999) (Vagkopoulou T ve ark, 2009) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Zirkonyumun fiziksel özellikleri

Yoğunluğu	6.511 g/ml
Elastik modülü	8.3x104 MPa
Erime noktası	1855°C (2128 K)
Kaynama noktası	4409°C (4682 K)
Molar hacmi	14.02 ml/mol
Mineral Sertliği	5.0
Isı iletkenliği	0.227 W cm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Özgül ısı	0.27 J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>

## 2. Zirkonyumun Yapısal Özellikleri

Saf zirkonyumun kaynama sıcaklığı 4409 °C olup, erime sıcaklığı 1855 °C'dir ve düşük termal etkinliğe sahiptir (Piconi ve Maccauro, 1999). Zirkonyum oksit ( $ZrO_2$ ) polimorfik bir malzemedir. Kristalin ağı içinde yer alan zirkonyum oksit kristalleri, 3 farklı kristal faz yapısına göre sınıflandırılır: monoklinik, tetragonal ve kübik fazlardır. Saf zirkonyum 1170 °C'ye kadar olan oda ısısında monoklinik fazda stabildir. Bu fazda zirkonyumun mekanik özellikleri düşüktür ve seramik partiküllerinin kohezyonunun azalması ve buna bağlı olarak yoğunluğunun azalması kolaylaşabilir. 1170 °C ile 2370 °C arasında zirkonyum, hacim olarak % 5 azalma göstererek tetragonal fazda stabil hale geçmiştir ve materyalin mekanik özellikleri gelişmiştir. Sıcaklığın artmasıyla beraber 2370 °C'nin üzerinde materyal kübik faza dönüşmektedir ve erime sıcaklığına kadar (2680 °C) stabildir (Şekil 1) (Denry I ve Kelly JR, 2008) (Piconi C ve Maccauro G, 1999) (Vagkopoulou T ve ark, 2009).



**Şekil 1.** Zirkonyumun kristal fazları ve dönüşüm sıcaklıkları.

Zirkonyum dioksit fırınlama ısısında tetragonal, oda sıcaklığında ise monoklinik fazdadır (Kelly, 2004).

## 3. Transformasyon Doygunluğu (PTT)

Her ne kadar oda sıcaklığında tetragonal fazda stabilize edilse de zirkonyum 'metastable' özelliğe sahiptir yani tetragonal fazdan monoklinik faza dönüşümü sağlayacak enerji mevcuttur; aşındırma gibi yüksek lokalize stresler altında, kuşlamada (Curtis AR ve ark, 2006) ve ısıl yaşlandırmada monoklinik faza dönüşüm gerçekleşebilir (Lughi V ve Sergio V, 2010). Bu dönüşüm % 3-4 arasında lokal hacim artışı ile sonuçlanır. Kristaller etkili bir şekilde büyüyüp bu hacim artışı ile çatlak çevresinde kompresif stresler oluşturur ve bu stresler sayesinde mikroçatlakların ilerlemesi engellenir. İşte bu tetragonal fazdan monoklinik faza dönüşümü, 'transformasyon doyumluğu' (phase transformation toughening, PTT) denir (Silva N ve ark, 2010). Ancak, yapılan çalışmalarda bu mekanizmanın mikro çatlakların oluşmasını ve ilerlemesini engellemediği sadece mikro çatlakların yayılmasını zorlaştırdığı belirtilmiştir (Rairodski AJ, 2004). Lughi V ve Sergio V, transformasyon doyumluğunu materyalin bir çatlak mevcudiyetinde gelen yüklere karşı koyabilme kapasitesi olarak tanımlamışlardır (Lughi V ve Sergio V, 2010).

## 4. Düşük Isılarda Bozulma (LTD)

'Düşük ısılarda bozulma' (low temperature degradation) fenomeni, zirkonyumun kendi yapısında var olan ve düşük ısılarda (150-400 °C) özellikle suyun varlığında zirkonyum kristallerinin spontan olarak tetragonal fazdan daha zayıf olan monoklinik faza geçmesi ile yapısının fiziksel özelliklerini zayıflatmasına sebep olan bir durumdur (Al-Amleh B ve ark, 2010). Tetragonal fazdan → monoklinik faza dönüşümü 'transformasyon doyumluğu' mekanizmasına yol açmasının yanında materyalin faz bütünlüğünü tehlikeye atıp 'düşük ısılarda bozulma' (low temperature degradation) fenomenine yatkınlığını da arttırmaktadır (Silva N ve ark, 2010). Bunun sonucunda Y-TZP partiküllerinin yüzeyden atması ve mikroçatlak oluşumu ile erken dönemde başarısızlıklara neden olabilmektedir (Silva N ve ark, 2010).

## 5. Zirkonyum Materyalleri

Dental uygulamalar için üretilmiş stabilize edici ajan tipi bakımından 4 farklı zirkonyum materyali bulunmaktadır:

- Parsiyel stabilize zirkonyum (PSZ),
- Zirkonyum ile sertleştirilmiş alumina (ZTA),
- Alumina ile sertleştirilmiş zirkonyum (ATZ) ve
- Yttrium ilave edilmiş tetragonal zirkonyum polikristali (3Y-TZP) (Silva N ve ark, 2010).

Yttrium oksitin (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) diğer metal oksitlerden daha üstün özelliklere sahip olması nedeniyle genelde stabilize edici ajan olarak yttrium kullanılır (Piconi C ve Maccauro G, 1999).

### *Yttrium Stabilize Tetragonal Zirkonyum Polikristali (Y-TZP)*

Yttrium oksitin (Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), saf zirkonyuma % 2-3 mol oranında ilave edilmesiyle elde edilen yttrium stabilize tetragonal zirkonyum polikristali (Y-TZP), en güçlü ve en çok kullanılan zirkonyum çeşididir. Y-TZP seramikleri, ZrO<sub>2</sub> ile Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün beraber çöktürülmesi yoluyla veya ZrO<sub>2</sub> grenlerinin Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile kaplanması yoluyla elde edilebilir (Piconi C ve Maccauro G, 1999).

Y-TZP materyali, yüksek dayanım, kırılma tokluğu, sertlik, aşınmaya karşı direnç, biyouyumluluk, manyetik içermeyen davranış, elektrik yalıtımı, düşük termal iletkenlik, asit ve alkali içinde korozyona direnç, çeliğe benzer elastiklik modülü ve demire benzer termal ekspansiyon katsayısı gibi özelliklere sahiptir (Vagkopoulou T ve ark, 2009).

Y-TZP esaslı altyapı sistemlerinin bükülme dirençleri 900-1200 MPa arasındadır. Kırılma dayanımları ise alüminöz altyapı sistemlerinin yaklaşık 2 katı, lityum disilikat içeren sistemlerin ise yaklaşık 3 katı kadardır (Tablo 2) (Piconi C ve Maccauro G, 1999).

**Tablo 2.** Y-TZP' nin yapısal özellikleri

Özellik	Y-TZP
Kimyasal kompozisyon	ZrO <sub>2</sub> +3 mol% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Yoğunluk	>6 g/cm <sup>3</sup>
Porözite	<0.1 %
Bükülme direnci	900 – 1200 MPa
Baskı dayanımı	2000 MPa
Young modülü	210 GPa
Kırılma dayanımı	7-10 MPa m <sup>1/2</sup>
Isıl genişleme katsayısı	11x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
Termal iletkenlik	2 W m K <sup>-1</sup>
Sertlik	1200 HV

### *Y-TZP Seramik Restorasyonların Endikasyonları*

1. Anterior ve posterior bölge tek kronlar,
2. Üç-dört üniteli köprüler (Raigrodski AJ, 2004) (Raigrodski AJ ve Chiche GJ, 2001).

### *Y-TZP Seramik Restorasyonların Kontrendikasyonları*

1. Örtülü kapanış vakalarında,
2. Yetersiz oklüzal mesafe,
3. Yetersiz destek diş kron boyu,
4. Bruksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıklar,
5. Kanatlı köprü (kantilever) kullanımı tasarlandığında,
6. Yetersiz periodontal destek (Raigrodski AJ, 2004) (Raigrodski AJ ve Chiche GJ, 2001).

### *Y-TZP Seramik Restorasyonların Avantajları*

1. Yüksek dayanıklılık, kırılma sertliği gibi üstün mekanik özelliklere sahiptir,
2. Biyouyumludur, lokal veya sistemik yan etkiler görülmez,
3. İnce partiküllü yapısı sayesinde detaylı şekillendirilebilmektedir,
4. Preparasyon dişeti hizasında veya üzerinde bitirilebilmektedir,
5. Isıl iletkenliğin düşük olması hassasiyet ve pulpa irritasyonlarını önlemektedir,
6. Titanyuma göre daha az bakteri birikimi görülmektedir,
7. Radyopak olduğu için restorasyonun radyolojik değerlendirmesine olanak sağlamaktadır,
8. Simantasyonu için adeziv yapıştırma önerilmekle beraber konvansiyonel teknikler de kullanılabilir (Raigrodski AJ, 2004) (Rimondini L ve ark, 2002).

### *Y-TZP Seramik Restorasyonların Dezavantajları*

1. Görünümleri opaktır,
2. Aşındırma ve yüzey işlemlerinin, materyalin mekanik özellikleri üzerinde olumsuz etkileri vardır,
3. Köprü protezlerinde, interoklüzal mesafenin yetersiz olduğu vakalarda gövde ile destek kronun birleşim alanı daralacağından oklüzal kuvvetler altında restorasyonun dayanıklılığı azalmaktadır,
4. Bu restorasyonlarda uyumsuzluk görüldüğünde yeni bir ölçü alınarak tekrar yapılmaları gerekir (Raigrodski AJ, 2004) (Rimondini L ve ark, 2002).

## MONOLİTİK ZİRKONYA

Monolitik terimi Yunanca'daki "mono: tek" ve "lithos: taş" kelimelerinden gelmektedir. Malzemelerin baştanbaşa düzenli bir özelliğe sahip olduğu anlamına gelir.

Zirkonyum seramikler opak beyaz renkte oldukları için feldspatik porselenlerle veneere edilerek, alt yapı materyali olarak kullanılmıştır (Zhang Y ve ark, 2013). Bu kronlarda karşılaştığımız en büyük problem ve kısa ömürlü olma sebepleri özellikle veneer porselen ile zirkonyum alt yapı arasında meydana gelen "chipping" denilen kopma ve kohesiv kırılmalardır (Triwatanana ve ark, 2012). Bunun için CAD/CAM sistemlerle üretilen, veneer porselene ihtiyaç duyulmayan, yalnızca tek bir materyalden üretilen monolitik kronlar geliştirilmiştir. Son zamanlarda, monolitik zirkonyum restorasyonlar yüksek mekanik özellikleri, antagonist dişte düşük aşınma ve yüksek estetik özelliklerinden dolayı ilgi odağı haline gelmiştir. Ayrıca yetersiz interdental mesafe varlığında da implant üstü monolitik zirkonyum restorasyon kullanılması yaygınlaşmaktadır (Marchack ve ark, 2011).

MZ' ler yüksek biyouyumluluğa sahip oldukları gibi; gözeneksiz yapısı ve yüksek translüenslik özellikleri sayesinde mükemmel doğal görünüme sahiptirler. Görünümlerinin bu derece doğala yakın olması sebebi ile estetiği sağlamak için seramiklerle veneere edilmeleri gerekmemektedir. Yalnızca özel boyama solüsyonları ile boyanarak doğal diş rengi elde edilebilmektedir. (Batson ER ve ark, 2014).

Monolitik zirkonyumlar, kısmi olarak ytrium ile stabilize edilmiştir (%0.01). Bu da materyale; yüksek bükülme direnci (1570 MPa) ve yüksek ısıya dayanma gücü (2600°C'ye kadar) vermektedir. Özellikle ısıya karşı olan bu direnç, yüksek boyutsal stabiliteye sahip bir materyal olmasını sağlamaktadır (Zhang Y ve ark, 2013). Solid ya da translusent olarak da adlandırılan bu blokların yapısındaki atomlar, herhangi bir organik bağlayıcı olmadan birbirinin içine geçmektedir.

Ayrıca aşınma dirençleri doğal dişe çok yakındır. Veneer seramik olarak kullanılan porselenin mikroyapısı, zamanla karşıt doğal dişte abrazyonlara ve yaşlanmalara sebep olurken; MZ kron böyle bir abrazyon dezavantajına sahip değildir (Batson ER ve ark, 2014).

### MZ Seramik Restorasyonların Endikasyonları

Zirkonyum alt yapı seramik kronların kullanıldığı tüm endikasyonlar, monolitik zirkonyum için de geçerlidir. Ayrıca yüksek sertlik ve kırılma dirençlerinden dolayı;

1. Uzun gövdeli köprü protezlerinde
2. Full ark köprü protezlerinde
3. İnterokluzal mesafenin yetersiz olduğu durumlarda
4. Endokronlarda
5. İnley ve onley kronlarda
6. İmplantüstü kronlarda kullanım alanı bulmaktadır.

### MZ Seramik Restorasyonların Avantajları

1. Daha yüksek translüenslik
2. Seramik-zirkonyum arasında kopma olmaması
3. Antagonist dişte abrazyona sebep olmaması
4. Daha yüksek bükülme direnci
5. Dişlerde minimal preparasyon gerektirmesi olarak sayılabilir (Zhang Y ve ark, 2013).

### MZ Seramik Restorasyonların Dezavantajları

1. Maliyet
2. Laboratuvar aşamalarının zor olması olarak gösterilebilir.

## KLİNİK DEĞERLENDİRME VE BAŞARI KRİTERLERİ

1960'lı yıllarda klinik takip ve uygulama yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır ve standardize edebilmek için Cvar ve Ryge, 1971 yılında restorasyonların klinik başarısının değerlendirilmesinde United States Public Health Service (USPHS) kriterlerini geliştirmişlerdir (Randall RC ve Wilson NHF, 1999). Restorasyonların klinik değerlendirmelerinde restorasyonların komşu diş ve/veya restorasyonlarla olan renk uyumlarına, restorasyonların bitim sınırlarında renklenmenin olup olmadığına, restorasyonların anatomik formlarının devamlılığına, bitim sınırındaki adaptasyonlarına ve sekonder çürük olup olmadığına göre değerlendirmeleri yapılır. Tüm bu veriler sonucunda klinik olarak kabul edilebilir olup olmadığına karar verilir. Restorasyonların klinik olarak uygun olma durumu iki ayrı grupta değerlendirilir; ideal restorasyonlar Alfa olarak adlandırılırken, kabul edilebilir restorasyonlar Bravo olarak belirtilir. Klinik olarak uygun olmayanlar ise, restorasyonun çevre dokulara zarar verme durumunda kısa süre de değiştirilmesi gereken restorasyonlar Charlie, hemen değiştirilmesi gereken restorasyonlar Delta olarak belirtilir (Monaco C ve ark, 2006) (Sailer I ve ark, 2013).

USPHS sistemi, restorasyonların kalitesi değerlendirilirken başarının derecesinden çok, restorasyonun kabul edilebilirliğini belirleyecek şekilde hazırlanmıştır. Anatomik form, marjinal



adaptasyon ve marjinal renklenme gibi değerlendirme kriterlerinde meydana gelen küçük değişiklikleri belirlemede yeterli hassasiyete sahip değildir. Bu amaçla Modifiye USPHS yada Ryge kriterleri olarak adlandırılan klinik değerlendirme kriterleri kullanılmaya başlanmıştır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Modifiye USPHS-Ryge klinik değerlendirme kriterleri

Kategori	(+)	(-)	Direkt Klinik Değerlendirme Kriterleri
Anatomik Form	0		Restorasyon formu anatomiyi takip ediyor.
	1		Hafifçe az veya fazla konturlu restorasyon; marjinal ridgeler hafifçe az konturlu; kontak hafif açık; okluzal yükseklik lokal olarak azdır.
	2		Restorasyon underkonturlu, dentin açıkta, kontak hatalı, okluzal yükseklik azalmış, oklüzyon etkilenmiş durumdadır.
	3		Restorasyonda eksik var veya travmatik oklüzyon var, restorasyon dişte veya komşu dişte ağrıya neden oluyor.
Marjinal adaptasyon	0		Restorasyon marjinleri takip ediyor, sond takılmıyor.
	1		Sond takılıyor ama çatlak yoktur.
	2		Marjinde çatlak var, mine açıktadır.
	3		Ciddi çatlak var, dentin açıktadır.
Renk uyumu	0		Restorasyon hareketli, çatlak veya uzaklaşmış
	0		İyi renk uyumu, restorasyon fark edilemiyor.
	1		İyi renk uyumu vardır.
	2		Hafif uyumsuzluk vardır.
Marjinal renklenme	0		Orta derecede uyumsuzluk vardır.
	1		Çok fazla uyumsuzluk vardır.
	0		Renklenme yok.
	1		Hafif renklenme, cilalama ile uzaklaşabilir.
Sekonder çürük	0		Belirgin renklenme, cilalama ile uzaklaşmıyor.
	1		Çok fazla renklenme var.
	0		Çürük belirtisi yok.
Yüzey pürüzlülüğü	0		Çürük belirtisi var.
	0		Pürüzsüz yüzey mevcuttur.
	1		Hafif pürüzlü, oyuklu yüzey mevcuttur.
Diş bütünlüğü	0		Pürüzlü yüzey, düzeltilemiyor.
	1		Derin oyuklu yüzey mevcuttur.
Restorasyon bütünlüğü	0		Dişte kırılma yok.
	1		Dişte kırılma var.
Postoperatif hassasiyet	0		Restorasyonda kırılma yok.
	1		Restorasyonda kırılma var.
Retansiyon	0		Hassasiyet yok.
	1		Hassasiyet var.
	0		Restorasyon ağızda durmaktadır.
	1		Restorasyonun bir kısmı düşmüştür.
	2		Restorasyonun tamamı düşmüştür.

Modifiye USPHS ile değerlendirmelere kronların kontakları, dişlerde simantasyon sonrası oluşabilecek postoperatif hassasiyette katılmıştır (Bindl A ve Mörmann WH, 2002).

Klinik değerlendirmelerde sıklıkla kullanılan bir diğer sistemde 1973 yılında California Dental Association'ın (CDA) (Tablo 4) geliştirdiği sistemdir. Bu sistem iki bölüme ayrılmış olup 'klinik olarak kabul edilebilir' restorasyonlar yada 'klinik olarak kabul edilemez' restorasyonlar olarak belirtilirler. Her iki temel grupta ikişer alt grup içerir (Poggio CE ve ark, 2012) (Beier US ve ark, 2012). Böylece hekimin, ağızdaki mevcut restorasyonları değerlendirmesi sağlanmış olur.

**Tablo 4.** CDA klinik değerlendirme kriterleri

Değerlendirme	KLİNİK OLARAK KABUL EDİLEBİLİR
<b>Romeo (R)</b>	Klinik kalite ve profesyonel performans mükemmeldir.
<b>Sierra (S)</b>	Klinik kalite kabul edilebilir.
<b>Değerlendirme KLİNİK OLARAK KABUL EDİLEMEZ</b>	
<b>Tango (T)</b>	Restorasyonun tekrarlanması, değiştirilmesi ya da düzeltilmesi gerekmekte, ileriki dönemde hastanın dental sağlığına ve çiğneme sistemine zararlı etkileri olabilir.
<b>Victor (V)</b>	Restorasyonun derhal değiştirilmesi gerek, çünkü hasar vermeye başlamış yada ciddi yetersizlikler mevcuttur.

Victor, mümkün olan en kısa sürede restorasyonun değiştirilmesi gerektiğini ifade eder. Tango değeri, koruyucu sebeplerle restorasyonun yakın bir dönemde değiştirilmesi ya da yetersizliklerin tedavi edilmesi gerektiğini belirtir; Sierra değeri ideal şartlardan sapmalar bulunduğu ve dikkatli olunması gerektiğini belirtir. Bu sistem kullanılarak, bir restorasyon için 3 ayrı değer elde edilir; yüzey ve renk, anatomik form ve marjinal bütünlük (Anusavice KJ, 1989).

2007 yılında restorasyonların değerlendirilmesinde kullanılan yeni klinik kriterler içeren FDI Kriterleri, Journal of Adhesive Dentistry, Clinical Oral Investigations ve International Dental Journal olmak üzere 3 farklı dergide yayımlanmıştır. 2007 yılında FDI World Dental Federation'ın bilimsel komitesi tarafından kriterler ve sınıflama olarak onay almıştır ve 2008 yılında klinik araştırma olarak restoratif materyal veya operatif tekniklerin değerlendirilmesinde standart kriterler olarak kabul görmüştür (Hickel R ve ark, 2010). FDI kriterlerinde restorasyonlar estetik, fonksiyonel ve biyolojik olmak üzere üç farklı kategoride değerlendirilmektedir (Hickel R ve ark, 2010). Estetik olarak yüzey parlaklığı, renklenmesi, renk uyumu ve translusensi, anatomik formu değerlendirilmektedir. Fonksiyonel olarak retansiyon ve materyal kırığı, marjinal adaptasyon, okluzal kontur ve aşınma, aproksimal anatomik form, radyografik değerlendirme, hastanın görüşü değerlendirilmektedir. Biyolojik olarak ise postoperatif

hassasiyet ve vitalite, çürük tekrarı – erozyon – abfraksiyon, diş bütünlüğü, komşu mukoza, oral ve genel sağlık durumu olarak değerlendirilmelidir. Değerlendirme başlıkları klinik olarak çok iyi, klinik olarak iyi (düzeltme sonrası çok iyi) tedavi ihtiyacı yok, klinik olarak yeterli (minör aşınma; dişe zarar veren ve kabul edilemeyen bir sonuç yok), klinik olarak yetersiz (tamir edilebilir), klinik olarak başarısız (yenileme gerekli) şeklinde notlandırılmaktadır.

Modifiye USPHS kriterleri USPHS ve CDA klinik değerlendirme kriterlerine göre daha fazla detaylandırılmış olup klinik değerlendirmede diğer iki seçeneğe üstünlük sağlamaktadır. 2007 yılında kullanılmaya başlanan FDI kriterleri ile karşılaştırıldığında ise 2010 yılından 2016 yılına kadar yayınlanmış çalışmalarda kullanım yüzdesi % 50'ye ulaşmış olan FDI kriterlerinin kullanımında önemli bir artış olduğu gözlenmiştir (Marquillier ve ark, 2017). FDI kriterlerinin restorasyonların kalitesindeki potansiyel farklılıkları ayırt etmede daha hassas olduğu (Coelho-De-Souza ve ark, 2012) bildirilmesine rağmen modifiye USPHS kriterleri ile karşılaştırıldığı çalışmalarda FDI kriterleri daha az güvenilir bulunmuştur (Frese C ve ark, 2013) (Staehele HJ ve ark, 2015).

Restorasyonların devamlılığı yumuşak doku sağlığı ile yakından ilişkilidir. Restorasyonların periodontal dokulara etkisini inceleyen klinik araştırmalar, zayıf marjinal adaptasyonun, dişeti altına uzanan derin marjin yerleşiminin, pürüzlü restorasyon yüzeylerinin ve taşkın konturlu restorasyonların lokalize periodontal enflamasyona yol açtığı bildirilmiştir. Periodontal değerlendirmeler ilk olarak restorasyonun uygulanmasından yaklaşık 1 ay sonra, sondla derinlik ölçümü, alveolar kemik seviyesinin radyografik olarak belirlenmesi ve gingival indeks değerlerinin elde edilmesi şeklinde gerçekleştirilir (Knoernschild KL ve Campbell SD, 2000). Restorasyonun etrafındaki enflamasyonu belirlemede sıklıkla Löe ve Silness Plak İndeksi (Tablo 5) ve Gingival İndeks (Tablo 6) Skalası kullanılır.

Gingival indeks skorları sayısal olmayan verilerdir; indeks skorundaki artış enflamasyon miktarında artış olduğunu ifade eder. Her bir hastanın kontralateral dişi “kontrol dişi” kabul edilerek aynı ölçümler bu dişi için de gerçekleştirilir. Her bir dişi çevreleyen doku 4 gingival üniteye bölünür: distofasiyal papilla, fasiyal marjin, mesiofasiyal papilla ve tüm lingual gingival marjin. Gingival indeks değerleri hastaların kontrol seanslarında artma gösteriyorsa bu dişetinde enflamasyon olarak yorumlanabilir (Carranza FA, 1996). Restore edilen dişi ve kontrol dişi için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri belirlenir, uygun

istatistiksel analizler yapılarak gruplar arasındaki farklılıklar belirlenir (Knoernschild KL ve Campbell SD, 2000).

**Tablo 5.** Löe ve Silness plak indeksi kriterleri

Plak İndeks	
<b>Skor 0</b>	Dişeti bölgesinde plak yok.
<b>Skor 1</b>	Serbest dişeti kenarında veya aynı bölgedeki diş yüzeyinde sadece sondalama ile gözlenen plak birikimi var.
<b>Skor 2</b>	Dişeti cebinde, dişeti kenarında ve/veya aynı bölgedeki diş yüzeyinde çıplak göz ile görülebilir plak birikimi var.
<b>Skor 3</b>	Dişeti cebinde ve/veya dişeti kenarında ve aynı bölgedeki diş yüzeyinde yumuşak madde birikimi var.

**Tablo 6.** Löe ve Silness gingival indeksi kriterleri

Gingival İndeks	
<b>Skor 0</b>	Sağlıklı doku
<b>Skor 1</b>	Hafif iltihap, hafif renk değişimi, hafif ödem, sond ile kanama yok
<b>Skor 2</b>	Orta derecede iltihap, kızarıklık, ödem ve parlaklık, sond ile kanama var
<b>Skor 3</b>	İleri derece iltihap, belirgin kızarıklık ve ödem, ülserasyon, spontan kanama

Klinik çalışmalarda hastalara uygulanan restorasyonlarla ilgili memnuniyetlerini ölçmek amaçlı memnuniyet anketleri uygulanabilir. Bu anketlerde hastaya sorular ile renk, yüzey pürüzlülüğü, çiğneme etkinliği, rahatlık, ağrı değerlendirmelerini yapmaları istenebilir. Ayrıca hastalara genel olarak restorasyonlara 10'u en yüksek kabul ederk 1'den 10'a kadar not vermeleri istenir. Tablo 7'de hasta memnuniyet anketi örneği gösterilmiştir.

**Tablo 7.** Hasta Memnuniyeti Anketi

	SKOR	DEĞERLENDİRME
RENK	1	Çok iyi
	2	İyi
	3	Yeterli
	4	Kötü
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ	1	Çok iyi
	2	İyi
	3	Yeterli
	4	Kötü
ÇİĞNEME ETKİNLİĞİ	1	Çok iyi
	2	İyi
	3	Yeterli
	4	Kötü
HASTA DEĞERLENDİRMESİ	<b>1-10</b>	

## ZİRKONYA RESTORASYONLARIN KLİNİK BAŞARISI

Zirkonyum destekli restorasyonların altyapıları mükemmel dayanım göstermelerine rağmen teknik veya biyolojik problemler ortaya çıkabilmektedir (Sailer I ve ark, 2007) (Beuer F ve ark, 2009). En sık karşılaşılan klinik sorun üst yapı seramiğinin alt yapıdan tabaka halinde (delaminasyon) veya kırılarak ayrılması (chipping) ve altyapının kırılması olarak belirtilmektedir (Sailer I ve ark, 2006) (Raigrodski AJ ve ark, 2012). Alt yapı kırığı köprü restorasyonlarında sık görülen bir komplikasyon olmakla beraber Y-TZP alt yapı köprü restorasyonlarında görülme sıklığı çok azdır. Yapılan araştırmaların sonuçlarına bakıldığında, zirkonyumun alt yapı olarak metal ile benzer; diğer seramik sistemlerine göre de daha iyi performans gösterdiği söylenebilir (Silva N ve ark, 2010).

Sailer I ve arkadaşları posterior bölgedeki zirkonyum restorasyonların 5 yıllık klinik takibini yaptıkları çalışmalarında, %15.2 oranında üst yapı kırığı komplikasyonu gözlemlemişlerdir (Sailer I ve ark, 2007). Zirkonyum restorasyonların üretimi sırasındaki termal genleşme katsayısı farklılıkları, alt yapı ve üst yapının arasındaki istenmeyen ısınma ve soğuma oranları, alt yapı – üst yapı arasında oluşan makaslama kuvvetleri gibi faktörler üst yapı kırığının nedenleri arasında gösterilmektedir (Al-Amleh B ve ark, 2010) (Stawarczyk B ve ark, 2011). Alt yapı ve üst yapı seramiğinin termal genleşme katsayısı uyumlu değil ise, üst yapı seramiğinin fırınlama ve soğuma sonrasında iki yapı arasında oluşan sıcaklık farklılıkları, artık stres oluşumuna sebep olmaktadır (Yihong L ve ark, 2010). Oluşan artık stresler ara yüzey özelliğini değiştirerek, zirkonyanın faz değişiminin başlamasına, tanecik büyüklüklerini değiştirerek yüzeyde seramik kırığına sebep olabilmektedir (Denry I ve Kelly JR 2008).

Zirkonyum restorasyonların klinik başarısında, üst yapı hazırlama yöntemleri önemli bir etkiye sahiptir. Üst yapı hazırlama yöntemleri, üst yapı seramiğinin özelliklerini ve alt yapı-üst yapı sistemini bir bütün olarak etkilediği için üst yapı kırığı komplikasyonu ile ilişkilendirilebilmektedir (Ishibe M ve ark, 2011). Üst yapı hazırlama yöntemlerinden tabakalama tekniğinde, seramik tabakasının eşit ve homojen olarak uygulanmaması seramikte çatlak ve kırıklara neden olabilmektedir. Dental teknisyenin becerisi ve tecrübesi, fırınlama sayısı ve süreleri gibi faktörler, tabakalama yönteminin başarısını etkileyebilmektedir (Stawarczyk B ve ark, 2011) (Tsalouchou E ve ark, 2008). Zirkonyum restorasyonlarda karşılaşılabilen üst yapı sorunları, tam

konturlu (monolitik) zirkonyum restorasyon yapımı ya da hızlı prototipleme (dosya bölme tekniği, CAD-ON™) yöntemi ile giderilmeye çalışılmaktadır (Kuriyama S ve ark, 2011). Üst yapı seramiğinin fırınlama ve soğuma sıcaklıkları, teknisyen deneyimi gibi faktörler elemine edildiği için konvansiyonel tabakalama ve presleme üst yapı hazırlama yöntemlerinde gözlenebilen termal genleşme katsayısı uyumsuzluğundan kaynaklanabilen problemler minimuma inmektedir (Miyazaki T ve ark, 2013). Yapılan çalışmalarda hızlı prototipleme yöntemiyle üretilmiş restorasyonlarda, alt yapı ve üst yapının bağlayıcı tiksotrofik cam seramik materyal ile birleştirilmesinin üst yapı kırığı sorununun gözlenme sıklığını önemli ölçüde azalttığı belirtilmektedir (Kuriyama S ve ark, 2011).

Monolitik zirkonyumun, Y-TZP ‘nin sertliğinin fazla olması nedeniyle karşıt diş minesini aşındırması merak konusu olmaktadır. Yakın zamanda bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, cilalanmış parlak zirkonyanın, yaşlandırma simülasyonu yapıldığında dahi, karşıt dentisyonu aşındırmadığı belirtilmektedir (Burgess J ve ark, 2014). Zirkonyanın karşıt diş minesini aşındırmasının engellenmesi için dental laboratuvarlarda veya oklüzal uyumlama yaparken ağız içersinde zirkonyum restorasyonların çok iyi parlatılması gereklidir. Yakın zamanda karşıt diş minesinin aşınması ile ilgili yapılan çalışmalarda, zirkonyum restorasyonlara uygun yüzey bitirmesi işlemleri yapıldığında seramiğe göre daha pürüzsüz (parlak) olduğundan dolayı karşıt diş seramiklere göre daha az aşındırdığını bulmuşlardır (Jung YS ve ark, 2010).

Zirkonyum restorasyonların klinik başarısını etkileyen önemli faktörlerden biri de restorasyonların simantasyonudur. Zirkonyum restorasyonlar, polikarboksilat ve cam iyonomer gibi geleneksel simanlar ve adeziv resin simanlarla simante edilebilmektedir (O’Brien WJ, 2002). Cam iyonomer simanlar ile zirkonyum restorasyonların simantasyonunda çeşitli başarısızlıklar görülebilmektedir. Gargari M ve arkadaşları (2010); zirkonyum restorasyonların simantasyonlarını inceledikleri çalışmalarında zirkonyanın en iyi adeziv simantasyon reçetesinin 0,25 MPa’lık basınç altında 50 µ’luk Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile kumlama ve fosfat içeren monomer 10-metakriloloksidesil-dihidrojenfosfat (MDP) içeren adeziv resin simanlarla simante edilmesi olarak belirtilmiştir (Gargari M ve ark, 2010).

Raigrodski AJ ve arkadaşları (2006), 3 üyeli zirkonyum restorasyonların klinik başarısını inceledikleri çalışmalarında, restorasyonların klinik olarak başarılı performans gösterdiğini, 2. molar diş üst yapı seramiğinde

küçük kırıkların izlendiğini, üst yapı seramiğinde ayrılma ya da alt yapı kırığı gözlenmediğini belirtmişlerdir (Raigrodski AJ ve ark, 2006).

Soliman MSM ve arkadaşları (2015) farklı CAD-CAM üretim yöntemlerinin kenar ve internal aralığa etkisini araştırdıkları çalışmalarında, tam kontur restorasyon (Sirona inCoris TZI blocks, Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) ve zirkonyum alt yapı (Sirona inCoris TZI blocks) üzerine press-on tekniğiyle üst yapısı hazırlanan iki farklı fabrikasyon yöntemini değerlendirmişlerdir. Tam kontur restorasyonların iç ve kenar uyumlarının, press-on yöntemiyle üst yapısı hazırlanan restorasyonlara göre daha iyi olduğunu belirtmişlerdir (Soliman MSM ve ark, 2015).

Ji MK ve arkadaşları (2015), iki farklı CAD-CAM sistemi ile (Prettau Zirconia ve Zenostar ZR translucent) ve lityum-disilikat cam seramik (IPS e.max press) ile yapılmış restorasyonların kenar aralıklarını inceledikleri çalışmalarında, lityum-disilikat kronların, CAD-CAM anatomik kontur zirkonya sistemine (Prettau Zirconia) göre belirgin bir şekilde daha az kenar aralığına sahip olduğunu bulmuşlardır (Ji MK ve ark,2015).

Kara D ve Yılmaz B (2016)'ın yapmış olduğu çalışmada CAD/CAM yöntemiyle hazırlanan monolitik ve çift katmanlı zirkonyum seramik kronların kenar uyumları ve kırılma dirençleri in vitro olarak değerlendirilmiştir. İki farklı basamak tipinde (shoulder, chamfer) olacak şekilde, prepare edilmiş dişleri, zirkonyum altyapılı seramik kron ve monolitik zirkonyum kron ile restore etmişlerdir. Marjinal uyum açısından en düşük ortalama monolitik shoulder grubunda gözlemlenmiştir ( $p<0.001$ ). Kırılma direnci açısından en yüksek değer monolitik zirkonya gruplarına aittir. Bunu sırasıyla zirkonyum altyapılı shoulder ve zirkonyum altyapılı chamfer takip etmiştir ( $p<0.001$ ) (Kara D ve Yılmaz B, 2016).

Tan F ve Çömlekoğlu ME (2016)'nın yapmış olduğu çalışmada, translüsent monolitik ve zirkonyum destekli seramik restorasyonların 2 yıllık klinik başarıları değerlendirilmiştir. Çalışmaya posterior da her iki yarım çenede simetrik 3 üyeli, tek molar gövdeli sabit protetik restorasyon dahil edilmiştir. Tüm zirkonyum restorasyonlar 2 yıllık klinik izlemde, klinik olarak kabul edilebilir başarıda bulunmuştur. Translütent monolitik ve çift tabakalı restorasyonların klinik performansları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. ( $p>0.05$ ). Restorasyonların kenar ve iç uyumları karşılaştırıldığında çift tabakalı zirkonyum restorasyonların uyumu anlamlı olarak daha

iyi bulunmuştur. ( $p<0.05$ ) Restorasyonların premolar dayanağının iç ve kenar uyumu, molar dayanaktan anlamlı olarak daha iyi bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Restorasyonların karşıt dişi aşındırma ve aşınma değerleri karşılaştırıldığında, translütent monolitik restorasyonların karşıt dentisyonu anlamlı olarak daha fazla aşındırdığı gözlenmiştir (Tan F ve Çömlekoğlu ME, 2016).

## SONUÇ

1. Günümüzde artan estetik beklenti sonucu zirkonyum destekli ve monolitik zirkonya restorasyonların kullanımı artmaktadır. Monolitik zirkonyumlar biyouyumlulukları, gözeneksiz yapıları, antagonist dişlerde aşınmaya sebep olmaması, zirkonyum alt yapı restorasyonlarda karşılaşılan veneer porselende meydana gelen kohesiv kırılmaların olmaması avantajları ile kliniklerde geniş kullanım potansiyeline sahip bir malzemedir.
2. Yapılan in vivo çalışmalar sayesinde hasta ağzında en sağlıklı şekilde kullanılacak malzemeler belirlenebilmektedir. Çalışmalarda mümkün olduğu kadar standart oluşturarak klinik başarı ve başarısızlık nedenleri daha net ortaya konulabilir.
3. Modifiye USPHS klinik değerlendirme kriterleri zirkonya restorasyonların değerlendirilmesi için uygun ve yeterlidir.
4. Monolitik zirkonyumların daha kapsamlı in-vitro ve in-vivo araştırmalarla incelenmesi malzemenin klinik endikasyonlarına daha fazla ışık tutacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent.* 2002; 87:431-7.
2. Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil.* 2010; 37(8):641-52.
3. Anusavice KJ. Quality Evaluation of Dental Restorations. Criteria of Placement and Replacement, Chicago: Quintessence Publishing Co.; 1989; 352-400.
4. Batson ER, Cooper LF, Duqum I, Mendonca G. Clinical outcomes of three different crown systems with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent.* 2014; 112: 770-777.
5. Beier US, Kapferer I, Burtscher D, Dumfahrt H. Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years. *Int J Prosthodont.* 2012; 25:79-85.
6. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. *J Br Dent.* 2008; 204: 505-511.

7. Bindl A, Mörmann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-coping on chamfer preparations. *J Oral. Rehabil.* 2005; 32: 441 – 447.
8. Burgess J, Janyavula S, Lawson NC, Lucas TJ, Cakir D. Enamel wear opposing polished and aged zirconia. *Oper Dent.* 2014; 39(2):189-194.
9. Carranza FA, Newman MG. *Clinical Periodontology*, 8th Edition. WB Saunders Company; 1996;564-658.
10. Coelho-De-Souza FH, Camargo JC, Beskow T, Balestrin MD, Klein-Junior CA, Demarco FF. A randomized double-blind clinical trial of posterior composite restorations with or without bevel: 1-year follow-up. *J Appl Oral Sci.* 2012; 20(2):174-179.
11. Craig RG, Powers JM. *Restorative Dental Materials*, 11th Edition. Toronto: Mosby Co.; 2002; 53-65.
12. Curtis AR, Wright AJ, Fleming GJP. The influence of surface modification techniques on the performance of a Y-TZP dental ceramic. *J Dent.* 2006; 34(3):195-206.
13. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater.* 2008; 24: 299-307.
14. Frese C, Schiller P, Staehle HJ, Wolff D. Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: a 5-year follow-up. *J Dent.* 2013; 41(11):979-985.
15. Gargari M, Gloria F, Napoli E, Pujia A.M, Zirconia: cementation of prosthetic restorations. Literature review, *Oral implantol.* 2010; 3(4): 25–29.
16. Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjör I. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations-update and clinical examples. *Clin Oral Invest.* 2010; 14:349–366.
17. Ishibe M, Raigrodski AJ, Flinn BD, Chung KH, Spiekerman C, Winter RR. Shear bond strengths of pressed and layered veneering ceramics to high-noble alloy and zirconia cores. *J Prosthet Dent.* 2011; 105:29-37.
18. Ji MK, Park JH, Park SW, Yun K, Oh GJ, Lim HP. Evaluation of marginal fit of 2 CAD-CAM anatomic contour zirconia crown systems and lithium disilicate glass-ceramic crown. *J Adv Prosthodont.* 2015;7:271-277.
19. Jung YS, Lee JW, Choi YJ, Ahn JS, Shin SW, Huh JB. A study on the in-vitro wear of the natural tooth structure by opposing zirconia or dental porcelain. *J Adv Prosthodont.* 2010;2:111-115
20. Kara D. Monolitik ve çift katmanlı zirkonya seramik kuronların kenar uyumlarının ve kırılma dirençlerinin in vitro olarak değerlendirilmesi. AMÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, 2016, Aydın (Danışman: Yard. Doç. Dr. Baykal Yılmaz)
21. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am.* 2004; 48(2):513 – 530.
22. Knoernschild KL, Campbell SD. Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 2000; 84: 492-507.
23. Kuriyama S, Terui Y, Higuchi D, Goto D, Hotta Y, Manabe A, Takashi Miyazaki. Novel fabrication method for zirconia restorations: Bonding strength of machinable ceramic to zirconia with resin cements, *J Dent Mater.* 2011; 30(3):419-424.
24. Lughì V, Sergo V. Low temperature degradation-aging of zirconia: A critical review of the relevant aspects in dentistry. *Dent Mater.* 2010; 26(8):807-20
25. Marchack BW, Sato S, Marchack CB, White SN. Complete and partial contour zirconia designs for crowns and fixed dental prostheses: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2011; 106: 145-152.
26. Marquillier T, Doméjean S, Le Clerc J, Chemla F, Gritsch K, Maurin JC, Millet P, Perard M, Grosogeat B, Dursun E. The use of FDI criteria in clinical trials on direct dental restorations: A scoping review. *J Dent.* 2017; 68:1-9.
27. Monaco C, Ferrari M, Caldari M, Baldissara P, Scotti R. Comparison of 2 bonding systems and survival of fiber-reinforced composite inlay fixed partial dentures. *Int J Prosthodont.* 2006; 19:577-85.
28. O'Brien WJ. *Dental Materials and Their Selection*, 3 rd ed. Canada, Quintessence, 2002; 132,35-143,46
29. Piconi C, Macauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials.* 1999; 20: 1-25.
30. Poggio CE, Dosoli R, Ercoli C. A retrospective analysis of 102 zirconia single crowns with knife-edge margins. *J Prosthet Dent.* 2012; 107:316-21.
31. Raigrodski AJ, Chiche GJ, Potiket N, Hochstedler JL, Mohamed SE, Billiot S, Mercante DE. The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: A prospective clinical pilot study. *J Prosthet Dent.* 2006; 96:237-244.
32. Raigrodski AJ, Chiche GJ. The safety and efficacy of anterior ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2001; 86: 520-525.
33. Raigrodski AJ, Hillstead MB, Meng GK, Chung KH. Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2012; 107:170-177.
34. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2004; 92(6):557-562.
35. Randall RC, Wilson NHF. Clinical testing of restorative materials some historical landmarks. *J Dent.* 1999;27:543-50.
36. Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A, Torricelli P. Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002; 17: 793-798.
37. Sailer I, Bonani T, Brodbeck U, Hämmerle CH. Retrospective clinical study of single-retainer cantilever anterior and posterior glass-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses at a mean follow-up of 6 years. *Int J Prosthodont.* 2013; 26:443-50.
38. Sailer I, Feher A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CH. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont.* 2007; 20(4): 383–8.
39. Sailer I, Feher A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CH. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont.* 2007; 20(4): 383–8.

40. Sailer I, Feher A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hammerle CH. Prospective clinical study of zirconia posterior fixed partial dentures: 3 year follow-up. 2006. *Quintessence Int* 37,685-693.
41. Silva N, Sailer I, Zhang Y, Coelho PG, Guess PC, Zembic A, Kohal RJ. Performance of zirconia for dental healthcare. *Materials*. 2010; 3:863-896.
42. Soliman, MSM, Mohsen CA, El-Mahallawi O, Abu-Eittah MRH. Effect of Different Cement Spaces on the Vertical Marginal Gap of Full Anatomical Zirconia Bridges. *J Am Sci*. 2015; 11(6):145-152.
43. Staehle HJ, Wohlrab T, Saure D, Wolff D, Frese C. A 6.5-year clinical follow-up of direct resin composite buildups in the posterior dentition: introduction of a new minimally invasive restorative method. *J Dent*. 2015; 43(10):1211-1217.
44. Stawarczyk B, Özcan M, Roos M, Trottmann A, Sailer I, Hämmerle CHF. Load-bearing capacity and failure types of anterior zirconia crowns veneered with overpressing and layering techniques. *Dent Mater*. 2011; 27:1045-1053.
45. Tan F. Bilgisayar ile tasarlanarak üretilen translüsent monolitik zirkonya ve çift tabakalı zirkonya restorasyonların klinik başarılarının değerlendirilmesi. *Ege Ü Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi*, 2016, İzmir (Danışman: Doç. Dr. Muherrem Erhan Çömlekoğlu)
46. Triwatana P, Nagaviroj N, Tulapornchai C. Clinical performance and failures of zirconia-based fixed partial dentures: a review literature. *J Adv Prosthodont*. 2012; 4: 76-83.
47. Tsalouchou E, Cattell MJ, Knowles JC, Pittayachawan P, McDonald A. Fatigue and fracture properties of yttria partially stabilized zirconia crown systems. *Dent Mater*. 2008; 24:308-318.
48. Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. *Eur J Esthet Dent*. 2009; 4 :130-151.
49. Yihong L, Hailan F, Yiwang B, Yan Q, Ning X, Zhijian S. Fracture and interfacial delamination origins of bilayer ceramic composites for dental restorations. *Journal of the European Ceramic Society*. 2010; 30: 1297-1305.
50. Zhang Y, Lee JJ, Srikanth R, Lawn BR. Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dent Mater*. 2013; 29: 1201-1208.

# Zirkonyum Oksit Altyapı ve Veneer Seramik Bağlantı Mekanizması ve Bağlantıyı Etkileyen Faktörler

## Connection Mechanism Between Zirconium Oxide Cores and Veneer Ceramic and the Factors Affecting Connection

Merve YILDİRAK<sup>1</sup>, Sebnem Begum TURKER<sup>2</sup>, Yasemin OZKAN<sup>3</sup>

### Öz

Artan estetik beklentiler sonucunda sabit protetik tedavi yapımında tam seramik restorasyonlar kullanılmaktadır. Zirkonyum oksit ile güçlendirilmiş seramikler gelişmiş estetik ve mekanik özelliklere, biyouyumluluğa, düşük plak birikimine ve düşük termal iletkenliğe sahiptirler. Zirkonya altyapılı restorasyonların geleneksel metal altyapılı restorasyonlara alternatif bir tedavi olduğu düşünülmektedir. Ancak yapısındaki yüksek kristalin faz nedeniyle opak bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir. Estetik gereksinimler zirkonyanın monolitik kullanımını sınırlandırarak, optimum renk ve translüsenliğe sahip bir veneer seramiği ile kaplanmasını gerektirmektedir. Zirkonya alt yapı ve veneer seramiği arasındaki bağlantı; altyapıya uygulanan yüzey işlemleri, veneer seramiğine uygulanma yöntemi ve mekanik özellikleri gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bağlantıyı etkileyen faktörler bilinmesine rağmen bağlantı mekanizması bilinmemektedir. Bu derleme; zirkonya ve veneer seramikler arasındaki bağlantı mekanizmasını ve etkileyen faktörler ile ilgili genel bilgi veren bir literatür taramasıdır.

**Anahtar Kelimeler:** zirkonya altyapı, zirkonya – veneer bağlantısı.

### Abstract

All-ceramic restorations are preferred in fixed prosthodontics treatments as a result of increasing esthetic expectations. Zirconium-oxide based ceramics offer advanced esthetic and mechanical features, bio-compatibility, decreased plaque accumulation and low thermal conductivity. Zirconia-based restorations are considered to be an alternative treatment method

to conventional metal ceramic restorations. However it is known that zirconia based ceramic has increased opacity due to its high crystalline content. Esthetic expectations limited the monolithic usage of zirconia and require veneering with a ceramic which has optimal colour and translucency. The bond strength between zirconia and veneering ceramic is affected by the factors like surface treatments applied on zirconia cores, the mechanical properties of veneer ceramics and the application methods of ceramics. But the bonding mechanism between zirconia and veneering ceramic is still unknown. This article offers a review of the literature about the factors affecting the bond strength between zirconia cores and veneer ceramics and their bonding mechanism.

**Keywords:** Zirconia infrastructure, zirconia-veneering connection

### Giriş

Zirkonyum, diş hekimliğinde 1990'ların başında kullanılmaya başlanmıştır. Başlangıçta endodontik postlarda, implantların üst yapılarında ve ortodontik brakette kullanılırken, son zamanlarda tam seramik restorasyonlarda alternatif bir altyapı materyali olmuştur (Rairodski ve arkadaşları, 2004).

Zirkonyum ile güçlendirilen seramiklerden Y-TZP (yttrium-oxide-partially-stabilized zirconium), diş hekimliğinde en çok kullanılan şeklidir. Yaklaşık %3 veya %5 yttrium oksit ile zirkonyumun kısmen stabilize edilmesiyle elde edilmiştir (Blatz ve arkadaşları, 2004).

Zirkonyum oda sıcaklığında tetragonal fazda stabil, monoklinik fazda metastabil, yani maddenin içinde onu monoklinik faza döndürmeye çalışan enerji kalmıştır. (Kelly, 2004). Bu dönüşüm geri dönüşümlüdür. Aşındırma, kumlama ve ısıl yaşlandırma gibi yüksek lokal stresler altında dönüşüm gerçekleşebilir ve %3-5 arasında lokal hacim artışı oluşur. Oluşan hacim artışı ile meydana gelen baskı stresleri diş kuvvetleri nötralize ederek materyal içindeki mikroçatlakların ilerlemesine engel olur. Bu

Merve Yıldırak (✉)

<sup>1</sup> Araştırma Görevlisi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Telefon Numarası: +90 216 421 16 21 Fax Numarası: +90 216 421 02 91 e-mail: merve.karagoz@marmara.edu.tr

Sebnem Begum Turker

<sup>2</sup> Profesör, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Yasemin Ozkan

<sup>3</sup> Profesör, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Submitted / Gönderilme: 13.09.2018 Accepted/Kabul: 14.05.2019

mekanizmaya 'dönüşüm doygunluğu' (*phase transformation toughening*) denir (Silva ve arkadaşları, 2010). Dönüşüm doygunluğu materyalin bir çatlak varlığında gelen yüklerle karşı koyabilme kapasitesi olarak da tanımlanmıştır (Lughi ve Sergo, 2010). Ancak bu dönüşüm kontrol altına alınmalıdır, çünkü hacim artışı ileri derecede kırıklara sebep olabilir. Bunu önlemek amacıyla saf zirkonyaya yttrium oksit eklenmiş ve zirkonyumun sinterleme sonrası oda sıcaklığında tetragonal fazda stabil kalması sağlanmıştır (Kelly, 2004).

Zirkonyanın tetragonal fazının termal genleşme katsayısı  $6.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$  iken, kübik fazının termal genleşme katsayısı  $10.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ 'dir. Bu iki faz arasındaki termal genleşme katsayısı farkı; yapı içerisinde mikroçatlakların oluşmasına neden olur. Oluşan mikroçatlaklar iç basınç meydana getirerek ileride oluşacak daha büyük çatlakların enerjisini dağıtır ve çatlak ilerlemesini engelleyici etki gösterir (Kelly ve Denry, 2008).

'Düşük ısılarda bozulma' (*low temperature degradation*) fenomeninin ilk defa 1981 yılında tanımlanmıştır. Bu fenomen, zirkonyanın kendi yapısında var olan ve düşük ısılarda ( $150-400^\circ\text{C}$ ) özellikle suyun varlığında zirkonya kristallerinin spontan olarak tetragonal fazdan daha zayıf olan monoklinik faza geçmesi ile yapının fiziksel özelliklerini zayıflatmasına sebep olan bir durumdur (Al-Amleh ve arkadaşları, 2010).

2009 yılında Chevalier ve arkadaşları suyun ayrışması ile ortaya çıkan  $\text{OH}^-$  iyonlarının değil de  $\text{O}^{2-}$  iyonlarının yapı içerisindeki oksijen boşluklarını doldurduklarını ve böylece LTD'nin ortaya çıkmasına neden olduğu öne sürülmüştür (Chevalier ve arkadaşları, 2009). Bu faz değişiminin meydana gelmesi için  $200-300^\circ\text{C}$ 'lik kritik bir ısı aralığı belirlenmiştir. Ortamda mevcut olan nem ise faz değişim miktarını artırmaktadır (Saldana ve arkadaşları, 2003).

Y-TZP içeren seramiklerde zamana bağlı olarak gelişen ve tetragonal fazın monoklinik faza geçişinin kontrolsüz bir şekilde artmasıyla kendini gösteren bir 'yaşlanma' olayı söz konusudur. Bu nedenle Y-TZP gibi polikristalin yapılar nemli ortamda zamanla yaşlanmaya eğilim gösterir ve buna bağlı olarak mekanik özelliklerinde bozulmalar görülür (Lughi ve Sergo, 2010)

### Zirkonyum Oksit Altyapı İle Üstyapı Seramiklerinin Bağlantı Mekanizması

Zirkonya ve veneer seramik arasındaki bağlantıya etki eden faktörler bilinmesine rağmen, alt yapı ile üst yapı arasındaki

bağlanma mekanizması henüz tam olarak bilinmemektedir (Fischer ve arkadaşları, 2009).

Tam seramik restorasyonlarda, alt yapı ve üst yapı seramiği arasındaki termal genleşme katsayısı uyumsuzluğunun olabildiğince az olması, alt yapı ve üst yapı seramiği arasında oluşan bağlantı başarısını etkilemektedir (Isgro ve arkadaşları, 2005). İyi bir bağlantı için, zirkonya ve veneer seramiğinin termal genleşme katsayılarının birbirine yakın olması gerekmektedir. Zirkonya, diğer seramiklere göre daha düşük termal genleşme katsayısına sahip olduğu için zirkonya ile aynı veya daha düşük termal genleşme katsayısına sahip özel üst yapı seramikleri geliştirilmiştir. Zirkonyum oksit seramiklerin termal genleşme katsayısı ( $10.8 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ) zirkonyum oksit altyapılar için kullanılan veneer seramiklerin termal genleşme katsayısı ( $9.1-9.7 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ )'dan biraz daha büyüktür. Bu durum soğuma sırasında zirkonyanın daha fazla büzülmesine veneer seramiğe sıkıştırıcı kuvvet uygulamasına neden olur. Böylece metal destekli porselen sistemlerindeki gibi bir miktar sıkışmayla daha zayıf yapıdaki veneer seramiği zirkonyum oksit seramiğine bağlanır. Veneer seramiği ve zirkonyanın termal genleşme katsayısı arasındaki farkın  $2.0 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ 'den fazla olması kendiliğinden veneer seramiğin delamine olmasına neden olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda,  $0.75-1.7 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$  aralığındaki katsayı farkının bağlanma dayanımına etki etmeyeceği bildirilmiştir (Saito A ve arkadaşları, 2007).

Y-TZP zirkonya alt yapı ile veneer seramik arasında, cam fazdaki iyon alışverişinin ve homojen yapının kimyasal bağlantı sağladığını belirten çalışmalar mevcuttur (Hegenbarth ve arkadaşları, 2007; Tholey ve arkadaşları, 2010). Ancak Kwon ve arkadaşları, zirkonya ve veneer seramik arasındaki bağlanmayı inceledikleri çalışmalarında, sinterlemeden sonra, zirkonya yüzeyindeki oksijen bileşimlerinin %11.3'ten %21.3'e yükseldiğini, partikül büyüklüğünün ise yaklaşık  $0.2 \mu\text{m}$ 'den  $1 \mu\text{m}$ 'ye çıktığını, zirkonya veneer seramik ara yüzünde mikropörözitelerin oluştuğunu, zirkonya-veneer seramik ara yüzünde elementlerin difüzyonunun veya migrasyonunun olmadığını gözlemişlerdir (Kwon ve arkadaşları, 2009). Zirkonya ile veneer seramik arasındaki bağlanmanın kimyasal değil mekanik olduğunu ve mikropörözitelerin bu bağlanmada ana faktör olabileceğini bildirmişlerdir.

Kimyasal bağlanma dayanımı, yüzey pürüzlülüğü ile sağlanan mekanik kilitleme, ara yüzeydeki defektlerin tipi ve konsantrasyonu, ıslatma özelliği ve zirkonya-veneer seramik arasındaki termal genleşme katsayısının farklılığından dolayı veneer seramiğin sıkıştırma kuvvetinin



derecesi bağlanma dayanımını etkileyen faktörler arasındadır (De Jager ve arkadaşları, 2005). Bu yüzden veneer seramik ile alt yapı arasındaki yeterli bağlanma dayanımı zirkonya restorasyonların uzun dönem klinik başarısı için bir endişe nedeni olmuştur.

### **Zirkonya Alt Yapılı Sabit Protetik Restorasyonlarda Alt Yapı ve Üst Yapı Arasında Oluşan Başarısızlık Nedenleri, Bağlantıyı Arttırıcı İşlemler ve İlgili Çalışmalar**

Zirkonya alt yapıli sabit protetik restorasyonlar ile ilgili in vivo yapılan çalışmalarda en çok meydana gelen başarısızlık alt yapıdan veneer seramiğinin tabakalar halinde ayrılması yani delaminasyonudur (Fischer ve arkadaşları, 2009). Üstyapı materyalinde kırılmaların önlenmesi için zirkonya ve veneer seramiği arasındaki bağlanma direncinin yüksek veya üstyapı materyalinin çiğneme streslerine yeterli derecede dayanıklı olması gerekmektedir (Aboushelib ve arkadaşları, 2005).

Zirkonya alt yapıli sabit protetik restorasyonlar da, alt yapı materyaliyle veneer seramiği arasındaki bağlantı direncini etkileyen faktörler; altyapıya uygulanan yüzey işlemleri, uygunsuz termal genleşme katsayısının sebep olduğu rezidüel stresler, altyapı ile üstyapı ara yüzünde yapısal kusurlar ve çatlakların varlığı, zirkonyum oksit kristallerinin ısıl etkilere veya stres yüklemelerine bağlı olarak faz dönüşümü gerçekleştirilmesi, yüzeyin ıslanabilirliği, veneer seramiğin uygulanma tekniği, fırınlanma sayısı, üst yapı seramiğinin hacimsel büzülmesi ve uygun olmayan soğutma oranları olarak sınıflandırılabilir (Aboushelib ve arkadaşları, 2006). Bu tip faktörler altyapı ve veneer seramiği arasındaki bağlantı direncinde ve dolayısıyla restorasyonun başarısında önemli rol oynamaktadır.

Zirkonya alt yapıli sabit protetik restorasyonlar da alt yapılar yüzeyine uygulanan bağlantıyı arttırmak için yapılan araştırmalarda mekanik ve kimyasal olmak üzere birçok yöntem kullanılmıştır: (Guazzato ve arkadaşları, 2005; Casucci ve arkadaşları, 2010). Bunlar; alüminum oksit ile kumlama, liner uygulaması, düşük grenli frezler yardımıyla yüzey pürüzlendirilmesi, plazma sprey uygulama, hidroflik asit gibi asitlerin seramik yüzeyine uygulanması, silan uygulaması, lazer ışınlarının uygulanması ve bunların kombinasyonudur.

Rutin pürüzlendirme işlemi için uygulanan kumlama yöntemi ile artıklar ve oksitler yüzeyden uzaklaştırılarak mekanik bağlantıya elverişli temiz ve pürüzlü bir yüzey elde

edilir (Nakamura ve arkadaşları, 2004). Zirkonyum altyapının 50–250 µm'lik Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tozlarının 4–6 atmosfer basınçla 10 mm uzak mesafeden püskürtülmesi şeklinde yapılmaktadır (Fischer ve arkadaşları, 2007). Kumlama işlemi sırasında zirkonyum yüzeyinde çatlaklar oluşabilmekte ve lokal olarak yüzeyin tetragonal fazdan monoklinik (t–m) faza dönüşmesine neden olarak, restorasyonun klinik ömrünü olumsuz etkileyebilmektedir (Chintapalli RK ve arkadaşları, 2013). Bazı araştırmacılar, kumlamanın zirkonya ve veneer arasında bağlantıyı arttırdığını (Teng J ve arkadaşları, 2012; Liu D ve arkadaşları, 2013; Kim HJ ve arkadaşları, 2011; Nakamura T ve arkadaşları, 2009) ifade ederken bazı araştırmacılar ise bağlantı kuvvetini etkilemediğini bildirmişlerdir (Harding AB ve arkadaşları, 2012; Fischer J ve arkadaşları 2008; Ban S ve arkadaşları; 2013). Fischer ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, kumlamanın zirkonyanın yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını, zirkonya ve seramik arasındaki bağlantıyı etkilemediğini bildirmişlerdir (Fischer J ve arkadaşları, 2008). Nakamura ve arkadaşları üç farklı basınçta (0.2, 0.4 ve 0.6 MPa) kumlanan zirkonya alt yapı ile veneer seramik arasındaki bağlanma dayanımını inceledikleri çalışmanın sonucunda kumlama basıncı ile elde edilen pürüzlülüğün doğru orantılı olarak arttığını ancak bu farkın bağlanma kuvvetini etkilemediğini belirtmiştir (Nakamura T ve arkadaşları, 2009).

Asit ile pürüzlendirme, seramik yapısında bulunan cam matriks ve kristal çözümlenerek mikropöroziteler oluşturmaktadır. Polikristalin seramiklerden olan zirkonya hacimce %15'ten daha az silika ve küçük bir miktar cam faz içerdiğinden asit ile pürüzlendirmenin etkili ve uygun bir yöntem olmadığı düşünülmektedir (Liu D ve arkadaşları, 2013; Zarone F ve arkadaşları, 2006).

Casucci ve arkadaşlarının 2009 yılında, zirkonya diskler üzerinde çeşitli yüzey işlemlerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi araştırdıkları çalışmanın sonucunda yüzey işlemlerinin yüzey pürüzlülüğünü anlamlı olarak etkilediği, deneysel sıcak asit solüsyonunun uygulanma sürelerinden bağımsız olarak yüzey pürüzlülüğünü artırdığı bildirilmiştir (Casucci ve arkadaşları, 2009).

Nikzadjamnan ve arkadaşları 2017 yılında yaptıkları çalışmada zirkonyaya uygulanan üç farklı yüzey işleminin altyapı ve veneer bağlantısına etkisini araştırmışlardır. Alüminyum oksit ile kumlama, karbondioksit lazer uygulaması, Er:YAG lazer uygulaması ve yüzeye hiç işlem yapılmayan bir kontrol grubu olmak üzere dört grup oluşturulup zirkonya bloklar yüzey işlemini takiben veneer seramiği ile kaplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına

bakıldığında alüminyum oksit ile kumlama CO2 ya da Er: YAG lazer ışınlarına kıyasla daha yüksek bir mikrotensil bağlanma dayanımı gösterirken en düşük sonuçlar kontrol grubunda bulunmuştur. Her iki lazer grubu arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Mikroskopik olarak incelenen yüzey yapısında alüminyum oksit ile kumlanan grupta pürüzlülük lazer uygulanan gruplara oranla daha fazla bulunmuştur (Nikzadjamnan ve arkadaşları, 2017).

Altyapı porseleni ile üstyapı porseleni arasındaki stres bölgelerinin azaltılması ve ideal bağlantının sağlanabilmesi için altyapı minimal kalınlık değerlerinde üretilmeli, marjinal kenarlar kontrol edilmeli ve gerekli ise düzeltmeler yapılmalıdır. Sinterizasyon işlemi sonrasında altyapı separasyon diskleri ile separe edilmemelidir, böylece restorasyonun dayanıklılığını olumsuz etkileyecek kırık ve çatlak oluşumu engellenmiş olacaktır. Altyapı, artıklardan arındırılıp temizlendikten sonra herhangi bir temastan kaçınılmalıdır. Hazırlık işlemleri tamamlandıktan sonra altyapının renklendirilmesi amacıyla özel astar maddesi kullanılabilir. Bu materyal, zirkonya ile üst yapı porselenin bağlantı direncini güçlendirmemekte fakat kırılmanın tipini etkilemektedir (Aboushelib MN ve arkadaşları, 2006).

Zirkonya ve veneer seramiği arasındaki bağlantı, veneer seramiğin uygulanma tekniğinden etkilenmektedir. Presleme tekniği ile yapılan veneer seramiklerinin, gerilme streslerine karşı dayanıklılıklarının fazla olması çatlak oluşumu oranını azaltmaktadır. Aboushelib ve arkadaşları, 2008 yılında presleme ve tabakalama yönteminin aynı restorasyonda beraber uyguladıkları (double veneer tekniği) bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın sonucuna göre double veneer tekniğinin zirkonya alt yapıların bağlantı dayanımını azaltmadığı gibi preslenebilir ve tabakalama yöntemlerinin avantajlarını birleştirdiğini bildirmişlerdir. Bu yöntem, preslenebilir seramikle yüksek bağlantı ve kaliteli bir ara yüzey; tabakalama yöntemiyle de daha iyi bir estetik elde edilmesini mümkün kılmaktadır (Aboushelib ve arkadaşları, 2008).

Zirkonya altyapılı seramik restorasyonlarda görülen chipping, delaminasyon gibi başarısızlıkların önüne geçebilmek için ortaya çıkarılan diğer bir yöntem de CAD/CAM üretilmiş veneer porselen olmuştur. CAD/CAM üretiminin veneerin mekanik özelliklerini artırdığı ileri sürülmektedir. CAD/CAM üretilmiş veneerlerde tabakalama yöntemine göre daha az hata bulunmaktadır. Bunun iki önemli nedeni vardır: bloklar endüstriyel olarak üretilir ve materyal daha az defekt içerir. İkinci olarak

da veneerin manuel üretiminin kaçınılmaz olarak hatalar oluşmasına neden olmasıdır (Schmitter M ve arkadaşları, 2014). Schmitter ve arkadaşlarının CAD/CAM üretilmiş ve tabakalama yöntemini karşılaştırdığı bir çalışmada CAD/CAM üretilmiş veneerlerin yaşlandırma işlemine, tabakalanan veneerlere göre daha az duyarlı olduğunu göstermiştir (Schmitter M ve arkadaşları, 2013). Beuer ve arkadaşlarını yapmış oldukları çalışmada, CAD/CAM üretilmiş yüksek dayanımlı veneer porselenle veneerlenmiş zirkonya alt yapıların kırılma dayanımlarını, tabakalama veya presleme yöntemi ile veneerlenmiş zirkonya alt yapılarla karşılaştırmışlardır. CAD/CAM üretilmiş zirkonya altyapılı restorasyonların kırılma dayanımı ve uzun dönemde chipping görülme riski açısından geleneksel veneerlemeye göre daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Beuer F ve arkadaşları, 2009).

Zirkonya-veneer seramik arasındaki bağlantının fırınlama sonrası, soğuma hızından da etkilendiği bildirilmiştir. Göstemeyer ve arkadaşlarının 2010'da yaptıkları bir çalışmanın sonucunda zirkonya ve veneer arasındaki bağlantı direnci yavaş soğutma hızında düştüğü ve bu durumun yavaş soğutma hızının zirkonya – veneer ara yüzeyinde delaminasyon riskini artırdığını göstermiştir (Göstemeyer ve arkadaşları, 2010). Almeida ve arkadaşlarının 2013 yılında yapmış oldukları çalışmanın sonucunda, hızlı soğutma işlemi diğer soğutma tekniklerine göre anlamlı olarak daha yüksek bağlanma değerleri göstermiştir. Yavaş soğutma makaslama bağlantı dayanımı değerini düşürmüştür. Yavaş soğutmanın veneer seramiğin zirkonyaya olan bağlantısını azalttığı söylenebilir (Almeida ve arkadaşları, 2013).

Restorasyonlarda ideal renk, estetik ve formun sağlanabilmesi için birçok fırınlama işlemi gerekebilmektedir. Bu işlemin zirkonya – veneer seramik bağlantısı üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda fırınlama sayısının bağlantı direncini anlamlı olarak etkilediği söylenebilir. Tabakalama tekniği ile veneer uygulamada, fırınlama sayısının da bağlantıyı etkilediği düşünülmektedir; 3 ile 5 fırınlama arasının bağlanma dayanımı arttırdığı (Trindade FZ ve arkadaşları, 2013), 6 fırınlamadan sonra ise bağlantı kuvvetinin azaldığı bildirilmiştir (Zeighami ve arkadaşları, 2013). Fırınlama sayısındaki artış ile zirkonya – veneer seramik arasındaki bağlantının azalmasına neden olduğu için, fırınlama sayısının minimum olması önerilmektedir (Zeighami ve arkadaşları, 2013).

## SONUÇ

Tüm bu çalışmalar ışığında alt yapı ve üst yapı bağlantısı; alt yapı yüzey bitiminden, soğutulma paterninden, viskoziteden, termal genleşme katsayısı uyumsuzluğundan, uygunsuz alt yapı dizaynından, iki materyal arası ıslatabilirlikten, fırınlanma sayısından, veneer porseleninin hacimsel büzülme davranışından, veneer seramiğin uygulanma tekniğinden etkilenmektedir. İyi bir bağlantının sağlanabilmesi için alt ve üst yapıların mekanik özelliklerinin birbirleri ile uyumlu olması gerekmektedir. Ara yüzdeki bağlantıya etki eden bu faktörler bilinmesine rağmen alt yapı ile üst yapı arasındaki bağlantı halen net bir şekilde açıklanamamıştır ancak iki materyal arasındaki mekanik kilitleme mutlaka gereklidir. Zirkonya alt yapıya uygulanan farklı yüzey işlemlerinin, zirkonya-veneer seramik arasındaki bağlanma dayanımına etkileri konusunda kesin bir karara varabilmek için daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Aboushelib MN, Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. *Dent Mater.* 2005; 21(10), 984-91.
2. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part II: Zirconia veneering ceramics. *Dent Mater.* 2006; 22(9), 857-63.
3. Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Microtensile bond strength of different components of core veneered all – ceramic restorations. Part 3: double veneer technique. *J Prosthodont.* 2008;17:9-13.
4. Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil.* 2010; 37:641 – 652.
5. Almeida AA, Longhini D, Domingues NB, Santos C, Adabo GL. Effects of extreme cooling methods on mechanical properties and shear bond strength of bilayered porcelain/3Y-TZP specimens *J Dent.* 2013; 41: 356-62.
6. Ban S, Sakakibara T, Yoshihara K, Takeuchi M, Kawai T, Murakami H, Kono H. Surface properties of dental zirconia after clinical grinding and polishing. *Key Eng Mater.* 2013; 24:501–506.
7. Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High – strength CAD/CAM fabricated veneering material sintered to zirconia copings – a new fabrication mode for all ceramic restorations. *Dent Mater.* 2009; 25(1):121-8.
8. Blatz MB, Sadan A, Martin J, Lang B. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. *J Prosthet Dent.* 2004; 91(4):356-62.
9. Casucci A, Mazzitelli C, Monticelli F, Toledano M, Osorio R, Osorio E, Papacchini F, Ferrari M. Morphological analysis of three zirconium oxide ceramics: Effect of surface treatments. *Dent Mater.* 2010;26(8):751-60.
10. Casucci A, Osorio E, Osorio R, Monticelli F, Toledano M, Mazzitelli C, Ferrari M. Influence of different surface treatments on surface zirconia frameworks. *J Dent.* 2009;37(11):891-7.
11. Chevalier J, Gremillard L. The Tetragonal-Monoclinic Transformation in Zirconia: Lessons Learned and Future Trends. *J Am Ceram Soc.* 2009; 92 [9] 1901–1920.
12. Chintapalli RK, Marro FG, Jimenez-Pique E, Anglada M. Phase transformation and subsurface damage in 3Y-TZP after sandblasting. *Dent Mater.* 2013; 29:566-572.
13. De Jager N, Pallav P, Feilzer AJ. The influence of design parameters on the FEA-determined stress distribution in CAD-CAM produced all-ceramic dental crowns. *Dent Mater.* 2005; 21: 242-51.
14. Denry I, Kelly R. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater.* 2008; 24(3):299 – 307.
15. Fischer J, Grohmann P, Stawarczyk B. Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dent Mater.* 2008; 27:448-454.
16. Fischer J, Stawarczyk B. Compatibility of machined Ce-TZP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanocomposite and a veneering ceramic. *Dent Mater.* 2007; 23:1500-5.
17. Fischer J, Zbaren C, Stawarczyk B, et al. The effect of thermal cycling on metalceramic bond strength. *J Dent.* 2009; 37: 549-553.
18. Göstemeyer G, Jendras M, Dittmer MP, Bach FW, Stiesch M, Kohorst P. Influence of cooling rate on zirconia veneer interfacial adhesion. *Acta Biomater.* 2010; 6: 4532-8.
19. Guazzato M, Quach L, Albakry M, Swain MV. Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of Y-TZP dental ceramic. *J Dent.* 2005; 33(1): 9-18.
20. Harding AB, Norling BK, Teixeira EC. The effect of surface treatment of the interfacial surface on fatigue-related microtensile bond strength of milled zirconia to veneering porcelain. *J Prosthodont.* 2012; 21:346-352.
21. Hegenbarth EA. Estetik ve zirkonyum dioksit çelişki mi? *Quintessence Int.* 2007;1: 53-66.
22. Isgro G, Kleverlaan CJ, Wang H, Feilzer AJ. The Influence of Multiple Firing on Thermal Contraction of Ceramic Materials Used for the Fabrication of Layered All-Ceramic Dental Restorations. *Dent Mater.* 2005; 21: 557-64.
23. Kelly J.R. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am.* 2004; 48: 513-530.
24. Kim HJ, Lim HP, Park YJ, Vang MS. Effect of zirconia surface treatments on the shear bond strength of veneering ceramic. *J Prosthet Dent.* 2011; 105:315-322.
25. Kwon JE, Lee SH, Lim HN, Kim HS. Bonding characteristics between zirconia core and veneering porcelain. *Dent Mater.* 2009; 25: 42.
26. Liu D, Matinlinna JP, Tsoi JK, Pow EH, Miyazaki T, Shibata Y. A new modified laser pretreatment for porcelain zirconia bonding. *Dent Mater.* 2013; 29:559-565.
27. Lughy V, Sergio V. Low temperature degradation of zirconia: A critical review of the relevant aspects in dentistry. *Dent Mater.* 2010; 26(8):807-820.

28. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part 3: double veneer technique. *J Prosthodont.* 2008; 17(1):9-13.
29. Munoz-Saldana J, Balmori-Ramirez H, Jaramillo-Vigueras D, Iga T, Schneider GA. Mechanical properties and low temperature aging of tetragonal zirconia polycrystals pressed by hot isostatic pressing. *J Mater Res.* 2003; 18: 2415e26.
30. Nakamura S, Yoshida K, Kamada K, Atsuta M. Bonding between resin luting cement and glass infiltrated alumina-reinforced ceramics with silane coupling agent. *J Oral Rehabil.* 2004; 31(8):785-9.
31. Nakamura T, Wakabayashi K, Zaima C, Nishida H, Kinuta S, Yatani H. Tensile bond strength between tooth-colored porcelain and sandblasted zirconia framework. *J Prosthodont Res.* 2009; 53:116-119.
32. Nikzadjamrani S, Zarrati S, Rostamzadeh M. Microtensile Bond Strength Between Zirconia Core and Veneering Porcelain After Different Surface Treatments. *J Dent.* 2017; 14(6): 303–312.
33. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2004; 92(6), 557-62.
34. Saito A, Komine F, Blatz MB, Matsumura H. A comparison of bond strength of layered veneering porcelains to zirconia and metal. *J Prosthet Dent.* 2010; 104:247-257.
35. Schmitter M, Mueller D, Rues S. In vitro chipping behaviour of all ceramic crowns with a zirconia framework and feldspathic veneering: comparison of CAD/CAM produced veneer with manually layered veneer. *J Oral Rehabil.* 2013; 40: 519-25.
36. Schmitter M, Schweiger M, Mueller D, Rues S. Effect on in vitro fracture resistance of the technique used to attach lithium disilicate ceramic veneer to zirconia frameworks. *Dent Mater.* 2014; 30: 122-30.
37. Silva N, Sailer I, Zhang Y, Coelho PG, Guess PC, Zembic A, Kohal RJ. Performance of zirconia for dental healthcare. *Materials.* 2010; 3: 863-896.
38. Teng J, Wang H, Liao Y, Liang X. Evaluation of a conditioning method to improve core-veneer bond strength of zirconia restorations. *J Prosthet Dent.* 2012; 107:380 – 387.
39. Tholey MJ, Berthold C, Swain MV, Thiel N. XRD2 micro-diffraction analysis of the interface between Y-TZP and veneering porcelain: role of application methods. *Dent Mater.* 2010;26(6):545-52.
40. Trindade FZ, Amaral M, Melo RM, Bottino MA, Valandro LF. Zirconia-porcelain bonding: effect of multiple firings on microtensile bond strength. *J Adhes Dent.* 2013; 15: 467-472.
41. Zarone F, Sorrentino R, Vaccaro F, Traini T, Russo S, Ferrari M. Acid etching surface treatment of feldspathic, alumina and zirconia ceramics: a micromorphological SEM analysis. *Int Dent South Africa.* 2006; 8:50–56.
42. Zeighami S, Mahgoli H, Farid F, Azari A. The effect of multiple firings on microtensile bond strength of core-veneer zirconia-based all-ceramic restorations. *J Prosthodont.* 2013; 22: 49-53.