

LİTYUM DISİLİKAT SERAMİK YÜZEY YAPISI ÜZERİNE FARKLI PÜRÜZLENDİRME SÜRELERİNİN ETKİSİNİN TARAMA ELEKTRON MİKROSKOBU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT ETCHING TIMES ON SURFACE STRUCTURE OF LITHIUM DISILICATE CERAMIC USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

Işıl ÇEKİÇ NAĞAŞ¹

Gülfem ERGÜN²

Timo HEIKKINEN³

Lippo V. J. LASSILA⁴

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı asitle pürüzlendirme sürelerinin lityum disilikat seramiklerin yüzey yapısı ve ağırlığı üzerine etkilerinin değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntem: 18 adet IPS Empress 2 seramik örnek hazırlandı. Seramik örnekler 50 µm Al₂O₃ partikülü ile 400 kPa'da kumlama aleti ile aşındırıldı. Örnekler 10 dakika ultrasonik banyoda distile suda temizlendi. Örneklerin ağırlıkları ölçüldükten sonra, % 9.5 hidroflorik asit jel ile pürüzlendirildi. Pürüzlendirme işlemleri, 5, 10, 15, 60, 180 ve 300 saniyelik pürüzlendirme sürelerinde gerçekleştirildi. Pürüzlendirme süreleri sonunda % 9.5 hidroflorik asit jel, su ile yıkanarak uzaklaştırıldı. Örnekler tekrar tartıldı. Daha sonra her gruptan bir örnek, altın püskürtülerek kaplandı ve tarama elektron mikroskobu ile farklı büyütmelerde incelendi (X50, X500, X1000). İstatistiksel analiz tek-yönlü varyans analizi ve Tukey post-hoc testi ile yapıldı.

Bulgular: Örneklerin tarama elektron mikroskobu değerlendirmesinde, gözenek ve oluklar tarzında morfolojik değişiklikler görüldü. Örnekler benzer yüzey yapıları gösterdi. Farklı sürelerde pürüzlendirilen seramiklerin ağırlık kaybı yüzdeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu (p < 0.001).

Sonuç: Seramiklerin pürüzlendirilmiş yüzeyleri her örnekte pürüzlendirme zamanına bağlı kalmaksızın benzer yapılar gösterdi. Lityum disilikat seramiklerin pürüzlendirme sürelerinin artışı ile görülen ağırlık kaybı, bazı özelliklerinin olumsuz yönde etkilenebileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lityum disilikat seramik, asitle pürüzlendirme, tarama elektron mikroskobu.

SUMMARY

Objective: The aim of this study was to evaluate the effect of different etching times on the surface structure and weight of lithium disilicate ceramic.

Material and Method: Eighteen IPS Empress 2 ceramic specimens were fabricated. The ceramic specimens were air abraded with 50 µm Al₂O₃ particles for 14 s from a distance of approximately 10 mm at 400 kPa with a sandblasting device. The specimens were cleaned with distilled water for 10 min in an ultrasonic bath. After measuring the weight of the specimens they were etched with 9.5 % hydrofluoric acid gel. The etching procedures were achieved by the etching times of 5, 10, 15, 60, 180 and 300 seconds. At the end of etching times, the 9.5 % hydrofluoric acid gel was removed by rinsing with water. The specimens were again weighed. Then one specimen from each group was gold sputter-coated and observed with a scanning electron microscope at different magnifications (X50, X500, X1000). Statistical analyses were performed by one-way variance analysis and Tukey post-hoc test.

Results: In the scanning electron microscope evaluation of the specimens, morphological changes such as pores and grooves were seen. Specimens showed similar surface topographies. Statistically significant differences were found between weight loss of the ceramics etched in different periods (p < 0.001).

Conclusion: The etched surface of ceramics showed similar structures within each specimen, regardless of the etching time. It is considered that some properties of lithium disilicate ceramics might be negatively affected by the weight loss with the increase in etching times.

Key words: Lithium disilicate ceramic, acid-etching, scanning electron microscope.

Makale Gönderiliş Tarihi : 21.07.2008

Yayına Kabul Tarihi : 19.01.2009

* Bu çalışma, 4-6 Eylül 2008 tarihleri arasında Macaristan'da yapılan Avrupa Prostodonti Birliğinin (European Prosthodontic Association) 32. kongresinde poster olarak sunulmuştur.

¹ Hacettepe Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Dr.

² Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Doç. Dr.

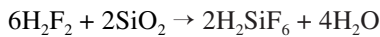
³ Private Clinic, Turku, Finlandiya, Dr.

⁴ Turku Üniversitesi Biyomateryal ve Protetik Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Enstitüsü, Yrd. Doç. Dr.

GİRİŞ

Silika esaslı seramiklerden lityum disilikat kor yapıya sahip yüksek dirençli seramikler, tam seramik restorasyonlarda yüksek dayanıklılıkta seramik alt yapısı olarak kullanılmaktadırlar. Bu materyallerin mükemmel estetik özellikleri, seramik veneer, inley-onley ve kron-köprü restorasyonların yapımında kullanılmalarını sağlamaktadır^{2,22}. Sinterlenen cam seramik ile kaplanan lityum disilikat cam seramik alt yapı (IPS Empress 2), ön ve arka dişlerde, dişsiz alanın kısa olduğu durumlarda üç üyeli sabit protetik restorasyonların oluşturulmasına olanak sağlamaktadır^{9,15,25}.

Silika esaslı seramiklerin kırılma yapıları ve bükülme dayanımlarının sınırlı olmasına karşın, adeziv sistem ve kompozit rezin yapıştırma simanı ile başka bir deyişle adeziv simantasyon tekniği ile simantasyon, seramik restorasyonun aynı zamanda destek dişin kırılma direncini arttırmaktadır². Kuvvetli rezin bağlantısının sağlanması, seramik restorasyonun iç yüzeyine mikromekanik kilitlenme ve kimyasal bağlanmaya bağlıdır. Yüzeyin yeterince aktivasyonunun sağlanabilmesi için pürüzlendirme ve temizleme gerekmektedir⁴. Restorasyon iç yüzeyinin pürüzlendirilmesi ile seramik yüzeyinin yüzey alanı artmakta ve yüzeyde mikroboşluklar oluşmaktadır¹. Bu amaçla kullanılan yöntemler; mekanik, kimyasal yöntemler veya bu yöntemlerin kombinasyonu^{4,7,12,18}. Mekanik yolla pürüzlendirme; seramik yüzeylerinin elmas frez ile pürüzlendirilmesi, alüminyum oksit ile kumlama ya da aşındırma. Kimyasal olarak yüzey uygulamaları ise; ortofosforik asit, sülfirik asit, nitrik asit, hidroflorik asit (HF), asitli fosfat florit ve amonyum hidrojen diflorit ile pürüzlendirmeyi takiben silan bağlantı ajanı uygulamasını içermektedir^{11,14,20}. Araştırmalarda HF asit ile pürüzlendirmenin, uygun yüzey yapısını ve pürüzlülüğünü oluşturduğu bildirilmiştir^{2,3,20}. Camlı matris bazı bölgelerde uzaklaştırılır ve kristal yapı açığa çıkar². Kimyasal bilgilere ve aşağıdaki formüle dayanılarak, HF asit ile pürüzlendirmenin sadece silika (SiO₂) esaslı seramiklerde veya camlarda mümkün olduğu belirtilmiştir¹⁰:

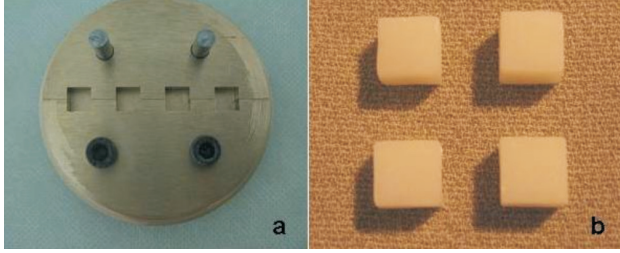


HF kullanımının bağlantı üzerine olumlu etkilerinin yanında, sağlığa ve seramik dayanıklılığı üzerine zararlı etkileri konusunda halen büyük endişeler bulunmaktadır^{6-8,17}. Bu nedenle kullanılan asitin tipi ve konsantrasyonunun yanında, pürüzlendirme zamanı da seramik restorasyon-diş bağlantısında önem taşımaktadır¹².

Çalışmamızda, farklı sürelerde pürüzlendirme ile lityum disilikat esaslı seramiklerde oluşan ağırlık değişimlerinin ve mikroyapısal değişikliklerin tarama elektron mikroskobu ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Seramiklerin mum örneklerinin hazırlanmasında, 7x7x5 mm³ boyutlarında vida sistemine sahip metal kaplı kullanıldı (Resim 1a). 18 adet mum örnek, özel kalıp içine mum damlatılarak elde edildi. Hazırlanan mum örnekler, özel bir rövetman (PressVest Speed, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) kullanılarak manşete alındı ve sertleşmeye bırakıldı. Mumların eritilmesi için manşetler ön ısıtma fırınında 10 dakika bekletildi. Oda ısısında soğuyan rövetman 850 °C'de 1 saat süre ile ısı-basınç fırını (EP 500, Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) içinde ısıtıldı. Bir saatin sonunda, lityum disilikat cam-seramik tablet (IPS Empress 2, H14142, Renk 100, Ivoclar, Vivadent, Schaan, Liechtenstein) EP500 fırınında 920 °C'de viskoz özelliğine ulaşıldıktan sonra kayıp mum tekniği ile elde edilen kalıp içerisine 20 bar piston basınç ile transfer edildi. Döküm örnekler, oda ısısında soğutmaya bırakıldı (Resim 1b). Daha sonra örneklerin bağlanma yüzeylerinin standardizasyonu için 220, 360 ve 600 gritlik silikon karbit kâğıtlar ile otomatik parlatma makinesinde aşındırma yapıldı. Test örnekleri kumlama cihazında (Ar-Ge Dental; Turkey), 125 µm büyüklüğündeki alüminyum oksit kumu (Korox; Bego, Bremen, Germany) ile ilk etapta 4 bar basınçla manşet üzerine püskürtüldü. Seramik örnekler doğru yaklaşıldığında basınç 2.5 bara düşürüldü ve 50 µm'lik alüminyum oksit kumu ile kumlandı. Bu amaçla orta grenli elmas frez ve ön bitirme için beyaz lastikler kullanıldı. Kontamine olmamış ve temiz seramik yüzeylerinin elde edilmesi amacı ile örnekler, ultrasonik banyo içinde (L&R Quantrex; Kearny, USA) distile suda 10 dakikada temizlendi.



Resim 1. a. Mum örneklerin hazırlanmasında kullanılan metal kalıp ve **b.** elde edilen lityum disilikat (IPS Empress 2) seramik örnekler.

Seramik örneklerin başlangıç ağırlıkları ölçüldükten sonra, % 9.5'lük HF asit jel ile (Bisco Inc, Schaumburg, IL, USA) farklı sürelerde (5, 10, 15, 60, 180 ve 300 saniye) pürüzlendirildi (n=3). Pürüzlendirme süreleri sonunda, pürüzlendirici su ile yıkanarak uzaklaştırıldı. Örneklerin tekrar ağırlıkları ölçüldü.

Her gruptan bir örnek, altın püskürtülerek kaplandı (Bal-Tec SCD 050 Sputter Coater, Bal-Tec AG, Liechtenstein) ve tarama elektron mikroskobu (JSM-5500; Jeol Ltd., Tokyo, Japan) ile aynı araştırmacı tarafından farklı büyütme oranlarında incelendi (X50, X500, X1000).

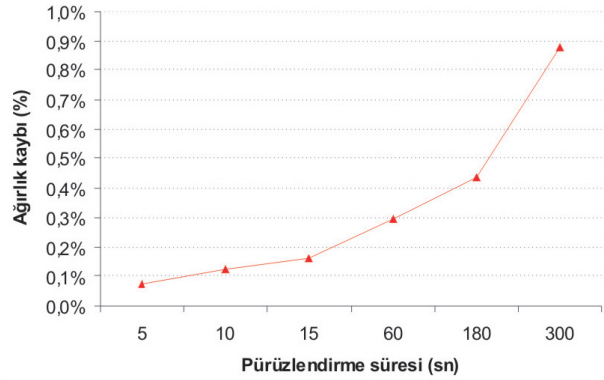
İstatistiksel Değerlendirme:

Verilerin analizi SPSS 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programında yapıldı. Gruplar arasında uygulama öncesi ve sonrası ağırlık yüzdeleri arasındaki değişim tek yönlü varyans analizi ve post-hoc Tukey testi ile değerlendirildi. $p < 0.05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

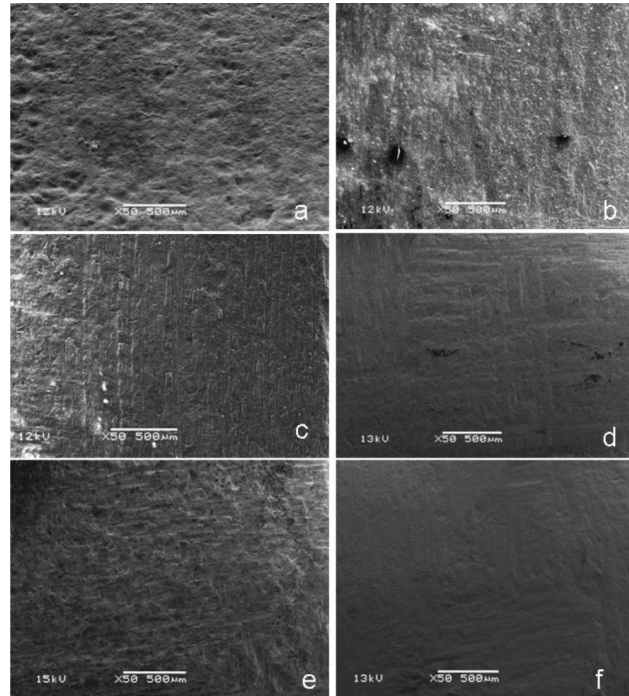
Test örneklerinde asit uygulama sonrası zamana bağlı olarak oluşan ortalama ağırlık kayıpları Grafik 1'de gösterilmiştir. Gruplarda en fazla ağırlık kaybı 300 sn. pürüzlendirmeden sonra görülürken (% 0.887), en az ağırlık kaybı ise 5 sn. pürüzlendirmeden sonra görüldü (% 0.071). Farklı sürelerde pürüzlendirilen seramiklerin ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p < 0.001$).

Örneklerin asitle pürüzlendirmeden sonra alınan tarama elektron mikroskobu görüntülerinde yüzeye yayılmış farklı boyutlarda gözenekler ve oluklar görüldü (Resim 2-

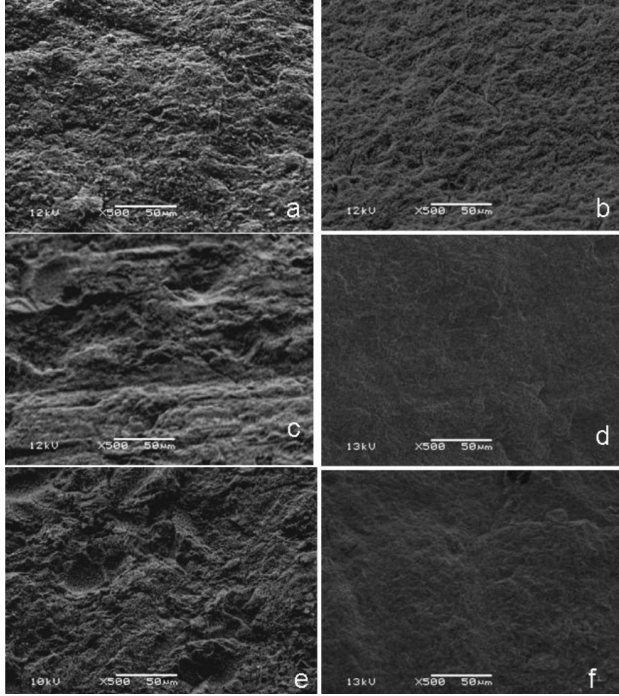


Grafik 1: HF asit ile farklı sürelerde pürüzlendirilen seramiklerdeki ağırlık kaybı yüzdeleri.

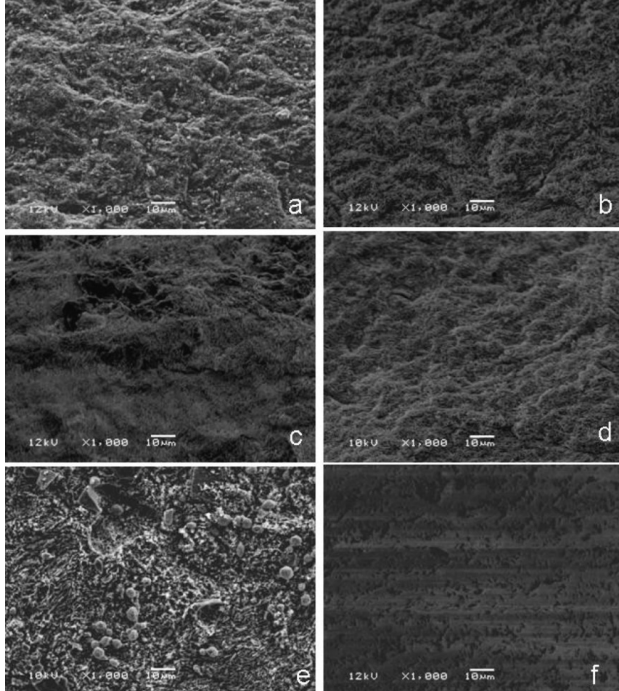
4). Bazı gözenekler, birkaç küçük gözeneklerin birleşmesi nedeniyle derin ve geniş olarak gözlemlendi. Genel olarak farklı sürelerde pürüzlendirilen örneklerin tarama elektron mikroskobu değerlendirmelerinde, yüzey yapıları arasında belirgin bir farklılık gözlenmemesine rağmen 300 sn. pürüzlendirmeden sonra X1000 büyütme oranında alınan görüntüde yüzey yapısında bozulmalar izlendi (Resim 4f).



Resim 2. Seramik örneğin % 9.5 HF asit ile pürüzlendirildikten sonra 5, 10, 15, 60, 180 ve 300 saniye sonra görüntüsü (orijinal büyütme X50, bar = 500 µm).



Resim 3. Seramik örneğin % 9.5 HF asit ile pürüzlendirildikten 5, 10, 15, 60, 180 ve 300 saniye sonra görüntüsü (orijinal büyütme X500, bar = 50 µm).



Resim 4. Seramik örneğin % 9.5 HF asit ile pürüzlendirildikten 5, 10, 15, 60, 180 ve 300 saniye sonra görüntüsü (orijinal büyütme X1000, bar = 10 µm).

TARTIŞMA

Seramiklerin pürüzlendirmesi ile yüzey yapısında meydana gelen değişikliklerin bağlanma dayanımı üzerinde önemli etkileri bilinmektedir²⁰. Pürüzlendirme ve silan uygulama, seramiğin yüzey enerjisini arttırmakta ve kompozit rezin yapıştırma simanı ile seramik yüzeyi arasındaki temas açısını azaltmaktadır¹⁹. Pürüzlendirilen seramik yüzeyinin yapısı ve rezinin seramiğe bağlanma dayanımı; seramiğin yapısı, tipi ve pürüzlendirici ajanın konsantrasyonu gibi birçok faktörden de etkilenmektedir¹². Nagai ve arkadaşları¹⁶, rezin simanların lityum disilikat seramiğe bağlanma dayanımını iki farklı asit (HF ve fosforik asit) ile pürüzlendirme ve alüminyum oksit ile kumlama sonrası değerlendirmişler ve HF asit ile silan uygulamasının en iyi bağlantıyı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Pisani-Proenca ve arkadaşları²⁰ lityum disilikat seramiğe rezin simanın mikroyerilim bağlanma dayanımını HF asit ile silan kullanarak ve kullanmadan karşılaştırdıkları çalışmalarında, HF asit ve silanın birlikte kullanıldığı durumda bağlanma dayanımı değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir.

Çalışmalarda, farklı asit solüsyonları arasında HF asitin en etkili asit olduğu bildirilmiştir^{1,16,23,24}. Saraçoğlu ve arkadaşları²¹, farklı asitlerin (HF ve ortofosforik asit) farklı sürelerde seramikler üzerindeki etkilerini değerlendirmişler ve HF asitin daha iyi bir bağlantı oluşturduğunu vurgulamışlardır. Ayad ve arkadaşları¹ da, lösitle güçlendirilmiş feldspatik seramiğin mineye rezin siman ile bağlanma dayanımını, ortofosforik ve HF asiti kullanarak karşılaştırmışlar, HF asitin daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri verdiğini bildirecek bu durumu tarama elektron mikroskobu incelemesinde görülen artmış boşluklu yapı ve oluk oluşumuna bağlamışlardır.

Höland ve arkadaşları⁹, lityum disilikat cam seramiğinin uzamış lityum disilikat kristallerinden ve ikinci fazının da lityum ortofosfattan oluştuğunu, cam matriksin de her iki kristal fazı çevrelediğini belirtmişlerdir. HF asit, lityum disilikat kristalleri içinde düzensizlik meydana getirerek, cam matriksi ve kristal fazı uzaklaştırabilmektedir³. Bazı araştırmacılar, % 2.5 ve % 10 arasında konsantrasyona sahip HF asit solüsyonları ile 30 saniye ile 3 dakika arasında pürüzlendirmenin yeterli olduğunu rapor etmişlerdir^{5,20}.

Çalışmamızda elde edilen tarama elektron mikroskobu görüntüleri incelendiğinde, lityum disilikat seramik yüzeyinde kristaller ve sığ düzensizlikler göze çarpmaktadır (Resim 2-4). 10-300 sn. arasında HF ile pürüzlendirme sonucunda lityum disilikat seramiğin ikinci kristal fazı ve cam matriksinin uzaklaştığı görülmektedir (Resim 4b-4f). Bulgular, 10 sn.lik uygulama süresinin yeterli olabileceğini ve bu şekilde bağlanma için uygun düzensiz yüzeyin elde edilebileceğini düşündürmektedir.

Olorunfemi¹⁷, % 1'lik ve 10'luk konsantrasyonlarda HF asitin farklı sürelerde uygulanmasının lösit esaslı cam inley seramiğin ağırlığı ve yüzey yapısı üzerine etkisini değerlendirdiği çalışmasında, % 1'lik HF asitin 25 saniye süre ile uygulanmasının lösit/cam arayüzüne etki ettiğini ve cam fazın çözündüğünü belirtmiştir. İlave olarak, % 10'luk asitin farklı sürelerde (10, 25, 30, 90, 120, 180, 300 ve 600 saniye) uygulanması sonucunda oluşan yüzeyin farklı olmadığını ancak 120 saniyeden sonra materyaldeki ağırlık kaybının arttığını rapor etmiştir.

Çalışmamızda ağırlık kaybı yüzdeleri incelendiğinde % 9.5'luk HF asitin 300 saniye uygulamasında ağırlık kaybının artmış olduğu gözlemlendi. Farklı sürelerde HF asit ile pürüzlendirmenin lityum disilikat seramik üzerinde meydana getirdiği ağırlık kaybını araştırmamızın amacı, seramiğin çözünmeye karşı direncinin belirlenebilmesidir.

Hooshmand ve arkadaşlarının⁸ % 9'luk HF asit ile lösite güçlendirilmiş feldspatik seramik ve lityum disilikat cam seramiği 2 dakika pürüzlendirerek bükülme dayanımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, asitin bu seramikleri zayıflatmış sonucunu ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda HF asitin kısa sürede ve farklı konsantrasyonlarda uygulanmasının bu zayıflatıcı ve olası zararlı etkileri önleyebileceğini öne sürmüşlerdir. Janda ve arkadaşları¹⁰ da, HF asitin toksik bir kimyasal madde olduğunu ve deri ile temas etmesi durumunda ciddi hasara yol açabileceğini, bu nedenle kolay şekilde ve kısa sürede uygulanabilmesinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Leibrock ve arkadaşları¹³, farklı asit (HF ve fosforik asit) uygulamalarının ağız içi tamir setlerinin porselene bağlanma dayanımını değerlendirdikleri çalışmalarında asitler arasında fark tespit etmemişlerdir. Bu nedenle, yumuşak dokularda

zararlı etkilere yol açabileceği düşüncesi ile ağız içi porselen tamirinde HF asit yerine fosforik asitin silan ile birlikte kullanımını önermişlerdir.

Bu çalışmanın sonuçları, lityum disilikat seramik materyaline, 10 sn–300 saniye sürelerde % 9.5 asit uygulamasının mikromekanik kilitlenme için uygun yapı oluşumunu sağladığını düşündürmektedir. Fakat uygulama süresinin fazla olmasının seramiğin yapısına (örn. ağırlık kaybı) ve sağlığa etkileri göz önüne alındığında, tarama elektron mikroskobundaki yüzey değerlendirmeleri sonucunda 10-60 saniye uygulamanın yeterli olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ayad MF, Fahmy NZ, Rosenstiel SF. Effect of surface treatment on roughness and bond strength of a heat-pressed ceramic. *J Prosthet Dent* 99:123-130, 2008.
2. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 89: 268-274, 2003.
3. Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. *J Prosthet Dent* 89: 479-488, 2003.
4. Chen JH, Matsumura H, Atsuta M. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. *J Dent* 26: 53-58, 1998.
5. Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater* 20: 338-344, 2004.
6. Foxtan RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Effect of acidic pretreatment combined with a silane coupling agent on bonding durability to silicon oxide ceramic. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 73: 97-103, 2005.
7. Güler AU, Yılmaz F, Yenisey M, Güler E, Ural C. Effect of acid etching time and a self-etching adhesive on the shear bond strength of composite resin to porcelain. *J Adhes Dent* 8: 21-25, 2006.
8. Hooshmand T, Parvizi S, Keshvad A. Effect of Surface Acid Etching on the Biaxial Flexural Strength of Two Hot-Pressed Glass Ceramics. *J Prosthodont* 2008, basımda.
9. Höland W, Schweiger M, Frank M, Rheinberger V. A comparison of the microstructure and properties of the IPS Empress 2 and the IPS Empress glass-ceramics. *J Biomed Mater Res* 53: 297-303, 2000.
10. Janda R, Roulet JF, Wulf M, Tiller HJ. A new adhesive technology for all-ceramics. *Dent Mater* 19: 567-573, 2003.
11. Kamada K, Yoshida K, Atsuta M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. *J Prosthet Dent* 79: 508-513, 1998.
12. Kukiattrakoon B, Thammasitboon K. The effect of different etching times of acidulated phosphate fluoride gel on the shear bond strength of high-leucite ceramics bonded to composite resin. *J Prosthet Dent* 98:17-23, 2007.

13. Leibrock A, Degenhart M, Behr M, Rosentritt M, Handel G. In vitro study of the effect of thermo- and load-cycling on the bond strength of porcelain repair systems. *J Oral Rehabil* 26: 130-137, 1999.
14. Matsumura H, Kato H, Atsuta M. Shear bond strength to feldspathic porcelain of two luting cements in combination with three surface treatments. *J Prosthet Dent* 78: 511-517, 1997.
15. Mitov G, Lohbauer U, Rabbo MA, Petschelt A, Pospiech P. Investigations of subcritical crack propagation of the Empress 2 all-ceramic system. *Dent Mater* 24: 267-273, 2008.
16. Nagai T, Kawamoto Y, Kakehashi Y, Matsumura H. Adhesive bonding of a lithium disilicate ceramic material with resin-based luting agents. *J Oral Rehabil* 32: 598-605, 2005.
17. Olorunfemi BO. Hydrofluoric acid etching of flexoceram inlay porcelain: A microscopic study. *Saudi Dent J* 7: 82-86, 1995.
18. Özdemir E, Niğiz R, Zortuk M. Farklı yüzey hazırlıklarının porselelen kompozit rezin bağlantısı üzerine etkisinin in-vitro araştırılması. *GÜ Diş Hek Fak Derg* 24: 75-82, 2007.
19. Phoenix RD, Shen C. Characterization of treated porcelain surfaces via dynamic contact angle analysis. *Int J Prosthodont* 8: 187-194, 1995.
20. Pisani-Proenca J, Erhardt MC, Valandro LF, Gutierrez-Aceves G, Bolanos-Carmona MV, Del Castillo-Salmeron R, Bottino MA. Influence of ceramic surface conditioning and resin cements on microtensile bond strength to a glass ceramic. *J Prosthet Dent* 96: 412-417, 2006.
21. Saraçoğlu A, Cura C, Cötert HS. Effect of various surface treatment methods on the bond strength of the heat-pressed ceramic samples. *J Oral Rehabil* 31: 790-797, 2004.
22. Scientific documentation IPS Empress system- the original, Ivoclar Vivadent AG, 2003, 4.
23. Shiu P, De Souza-Zaroni WC, Eduardo Cde P, Youssef MN. Effect of feldspathic ceramic surface treatments on bond strength to resin cement. *Photomed Laser Surg* 25: 291-296, 2007.
24. Stewart GP, Jain P, Hodges J. Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin. *J Prosthet Dent* 88: 277-284, 2002.
25. Toksavul S, Ulusoy M, Toman M. Clinical application of all-ceramic fixed partial dentures and crowns. *Quintessence Int* 35: 185-188, 2004.

Yazışma Adresi

Dr. Gülfem ERGÜN

Süslü sokak 14/9 Tandoğan, Ankara

e-posta: gulfem@gazi.edu.tr

ergungulfem@yahoo.com.