

YORULMA TESTİNİN, ÜÇ FARKLI TAM SERAMİK YAPIM SİSTEMİ VERTİKAL KIRILMA DİRENCİ ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF FATIGUE TEST ON THE COMPRESSIVE FRACTURE STRENGTH OF THREE ALL CERAMIC CROWNS

Yrd.Doç.Dr.Mustafa ZORTUK*
Yrd.Doç.Dr.Eylem ÖZDEMİR**

Prof.Dr.Şebnem ESKİMEZ**
Yrd.Doç.Dr.Süleyman AGÜLOĞLU**

ÖZET

Amaç: Yorulma testinin tam seramiklerin (IPS Empress II, Geleneksel InCeram ve Celay InCeram) kırılma direnci üzerine etkisinin araştırılması.

Gereç ve Yöntem: Her seramik sistemi için 8 mm çapında 7 mm yüksekliğinde 20 adet master die hazırlandı. Her seramik sistemi için 10 adet örneğin kırılma direnci yorulma testi uygulanmadan test edildi. İkinci olarak, her gruba ait kalan örneklere yorulma testi uygulandı ve universal test cihazı kullanılarak kırılma testi yapıldı. Elde edilen sonuçlar tek yönlü ANOVA ve student t testi kullanılarak değerlendirildi.

Bulgular: Yorulma testi uygulanan ve uygulanmayan tam seramik kronlar karşılaştırıldığı zaman, yorulma testi sonrası bütün gruplarda kırılma direnci değerleri azaldı ($p<0.05$). Geleneksel InCeram sistemine ait örnekler yorulma testinden en fazla etkilendi ($p<0.05$).

Sonuç: Elde edilen sonuçlara göre, üç farklı tam seramik yapım sistemi arasında, geleneksel InCeram sistemi en yüksek kırılma direnci göstermesine rağmen yorulma testinden en fazla etkilenen sistem oldu ($p<0.05$).

Anahtar kelimeler: Tam seramikler, yorulma testi, vertikal direnç

SUMMARY

Purpose: To investigate the effects of fatiguing test on the fracture strength of all-ceramic crowns (IPS Empress II, Conventional InCeram and Celay InCeram).

Material and Methods: Twenty crown; shapes 8mm in diameter and 7mm in height were fabricated for each all-ceramic system. For each ceramic system, 10 specimens were tested for fracture strength without fatiguing. A secondly, remaining specimens was submitted to a fatiguing and then fractured using a universal testing machine for each systems. The results were statically analyzed using a one way ANOVA and Student t test.

Results: When comparing the fracture strength of all-ceramic crowns with and without the fatiguing test, the strength was lower after fatiguing ($p<0.05$). The strength of conventional InCeram specimens was significantly affected after fatiguing test.

Conclusion: These results suggest that although the conventional In Ceram system has high fracture strength, it is more sensitive to fatiguing test within the three all ceramic systems.

Key words: All ceramics, fatiguing test, compressive strength.

GİRİŞ

Son yıllarda diş hekimliğinde kullanılan tam seramik materyalleri hızlı bir gelişim içerisine girmiştir. Hastalar ve hekimlerin ihtiyaçları doğrultusunda mükemmel bir estetiğin yaratılması ve yüksek teknolojinin cazibesi, tam seramikleri günümüzün en popüler dental ürünü yapmıştır. Ancak tam seramiklerin çigneme kuvvetlerine karşı gösterdiği mekanik davranış ve kırılma direnci hala bir sorun teşkil etmektedir.^{1,2}

Tam seramiklerin kırılma problemlerini in-vitro olarak test eden araştırmacılar birçok yöntem kullanmıştır. Bir kısım araştırmacı, ISO (Uluslararası Standart Organizasyonu) tarafından önerilen porselen

örnekler hazırlayarak, üç nokta ve dört nokta kırılma testleri uygulamış, bir kısmı ise, gerçeği taklit eden protetik restorasyonlar üzerinde test uygulamıştır. Ancak, günümüzde yorulma ve kırılma testlerini birbirinden ayırmak pek doğru değildir. Bazı araştırmacılar tam seramikleri konu alan çalışmalarında, çigneme fonksiyonu sırasında olduğu gibi defalarca kuvvet uyguladığında, materyalin normal ömrünün yani kırılma direncinin değişeceğini belirtmektedirler. Yoshinari⁴ ve Pröbster⁵ yaptıkları çalışmada, seramik sistemleriyle yapılan in-vitro testlerin klinik ortamı taklit etmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Tam seramiklerin zaman içinde çok düşük kuvvetler altında bile kırılmasının nedenini, mikroçatlaklar ve pöröz alanlar etrafında oluşan gerilim streslerine bağlamışlardır.³⁻⁶

* Erciyes Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Kayseri

**Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Diyarbakır

Bu bilimsel çalışma Dicle Üniversitesi Araştırma Fonunun DÜAPK-012 sayılı projesiyle desteklenmiştir.

Günümüzde sıklıkla kullanılan geleneksel InCeram, Celay InCeram ve IPS Empress II tam seramik sistemleri bu çalışmada kullanıldı. Bu tam seramik sistemlerinden ilki; fazla ekipman gerektirmeyen pratik bir CAD-CAM yöntemi olan Celay InCeram ikincisi; refraktör die'lar üzerinde fırınlanan geleneksel In-Ceram ve son olarak basınç-ısı yöntemiyle elde edilen IPS-Empress II sistemidir.

Araştırmamızın amacı yorulma testinin farklı yöntemlerle elde edilen üç tam seramik sisteminin kırılma dirençleri üzerine etkisinin in-vitro olarak incelenmesidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Pirinç Die'ların Hazırlanması

Prepare edilmiş premolar boyutlarında şekillendirilen 60 adet master die torna makinasında hazırlandı (Şekil 1). Kron yüksekliği 7 mm, genişliği 8 mm konik biçiminde olan bu örneklerde, basamak genişliği her yönde 1,5 mm olacak şekilde planlandı. Labial, palatinal ve aksiyal yüzeylere 6°'lik preparasyon eğimi verildi (Şekil 2).



Şekil 1: Pirinçten hazırlanan 60 adet master die.



Şekil 2: Premolar boyutlarında şekillendirilen master die'in görünümü.

Porselen Alt Yapıların Hazırlanması

Tüm tam seramik kronların alt yapılarının hazırlanması için, polivinil silikon tip ölçü maddesiyle (Express, ESPE, Seefeld, Almanya) master die'ların ölçüsü alındı. Alınan ölçü kalıplarının içerisine üretici firmanın belirttiği şekilde sert alçı döküldü (tip 4). Böylece üzerine tam seramik alt yapıların modele edileceği 60 adet çalışma die'ı elde edildi.

IPS Empress II (Ivoclar, Schaan, Linkeştayn) tam seramik kronların alt yapıları için, bu sisteme ait olan seramik tabletler ve mufla kullanıldı. Mufla içerisinde oluşturulan negatif boşluklara 1150°C ve 3.5 bar basınçla seramik tabletler preslendi. Presleme işlemi tamamlandıktan sonra örnekler elde edildi.

InCeram (Vita Zahnfabrik, Sackingen, Almanya) tam seramik kronların alt yapıları için Al₂O₃ tozu, karıştırıcı sıvı ve bağlayıcı ajan üretici firma talimatlarına göre karıştırıldı. Bu karışım içine 38 gr'lık InCeram çekirdek materyali tozu eklenerek karışım üç aşamada tamamlandı ve sentetik bir fırça kullanılarak refraktör die'lar üzerine modelaj yapıldı. Daha sonra die model destekli bu örnekler üretici firma talimatlarına göre InCeram fırınına bekletildi. Son olarak ince cam tozları kullanılarak camlama işlemi yapıldı ve örnekler elde edilmiş oldu.

Celay InCeram (Celay Tech, Mikrona, İsviçre) tam seramik kronların alt yapıları için, ilk olarak kompozit materyalinden alt yapı hazırlandı. Cihazın tarayıcı kısmına kompozit alt yapı, freze kısmına ise alümina seramik blok yerleştirildi. Kopyalama odasındaki aşındırıcı özelliği olmayan özel tarayıcı uçlar kompozit alt yapı yüzeyinde dolaşırken, freze odasındaki aşındırıcı özelliğe sahip elmas frezler senkronik olarak porselen bloğu şekillendirdi. Pöröz yapıdaki celay alt yapılar bu şekilde elde edildi. Bu sisteme ait olan ince cam tozları distile su ile karıştırıldı ve tüm örnekler cam infiltrasyonu yapıldı.

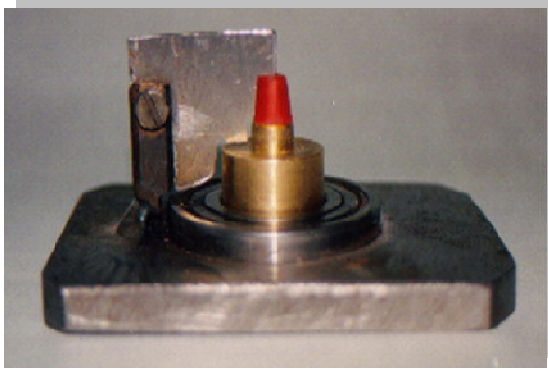
Çalışmamızda kullanılan 60 adet alt yapı porselenine 0,5 mm kalınlık sağlamak için standardizasyon cihazı kullanıldı (Şekil 3).



Şekil 3: Philip GK.¹⁹ ve ark. tarafından tasarlanan alt yapı standardizasyon cihazının görünümü.

Porselen Üst Yapıların Hazırlanması

Porselen alt yapılar hazırlandıktan sonra dentinine porselenleri yapıldı. Tüm kronları aynı boyut ve aynı şekilde elde etmek için pirinç mufla kullanıldı. Master die mufla içerisine konulduktan sonra, sürgükilit yöntemiyle mufla kapatıldı ve negatif boşluk oluştu. Bu negatif boşluk sayesinde 9.5 mm çapında, 8.5 mm boyunda 60 adet silindirik kron elde edildi (Şekil 4).

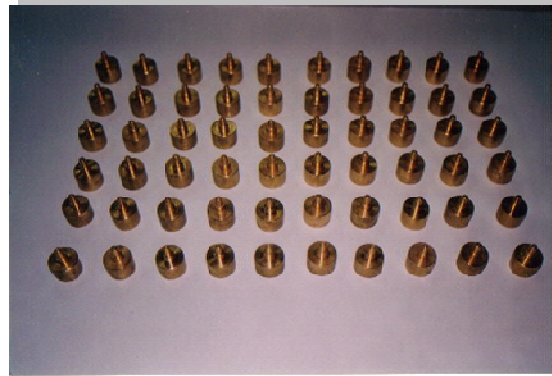


Şekil 4: Master die içerisine yerleştirildiğinde standart negatif boşluk bırakan pirinç mufla.

Kronların Simantasyonu

Kronların marjinal uyumları tekrar kontrol edildi. Cam iyonomer (Meron, Voco, Almanya) siman kullanılarak yapılan simantasyon 3 dakika parmak basıncıyla yapıldıktan hemen sonra, kronlar üzerine 30 N uygulayacak biçimde ağırlık bırakıldı.

Her tam porselen sisteminden 20 adet örnek hazırlandı ve örneklerin yarısına yorulma testi uygulandı. Her grupta 10 adet örnek olacak biçimde 6 grup oluşturuldu (Şekil 5) (Tablo 1).



Şekil 5: Gruplara ayrılan 60 adet tam porselen kronun görünümü (IPS Empress II, Geleneksel InCeram ve Celay InCeram).

Tablo 1: Gruplara ait ortalama ve standart sapma değerleri (+:Yorulma testi uygulanan grup).

Gruplar	Örnek Adedi	Ortalama Değer (N)	Standart Sapma (\pm Sd)
A IPS Empress II	10	841.5	40.4
B IPS Empress II (+)	10	734.1	52.8
C In-Ceram	10	1343.7	117
D In-Ceram (+)	10	910.7	57.3
E Celay Inceram	10	1244.7	72.4
F Celay-Inceram (+)	10	1132.3	37.0

Yorulma ve kırılma testleri

Grup B, Grup D ve Grup F' ye ait olan örneklerle yorulma testi uygulandı. İlk olarak kronun üzerine kuvvet geldiği zaman oynamaması için master die'ların içine yerleştirilebileceği, çelik bir kaide hazırlandı. Kronların okluzal yüzeyine, dik açıyla, dakikada 30 kere, okluzal kuvvet (50 N) uygulandı. Her örnek krona toplam 10^3 kuvvet ara verilmeden uygulandı.

Universal Test Aygıtı (Hounsfield Test Equipment H50KM, Salfords Redhill, İngiltere) ve 4 mm çapında yuvarlak uç kullanılarak vertikal yükleme altında örneklerin tümüne kırılma testi uygulandı. Yükleme hızı 1,5 mm/dk olarak uygulandı (Şekil 6).



Şekil 6: Tam seramik kronların kırılma testi sırasındaki pozisyonu.

İstatistiksel Değerlendirme

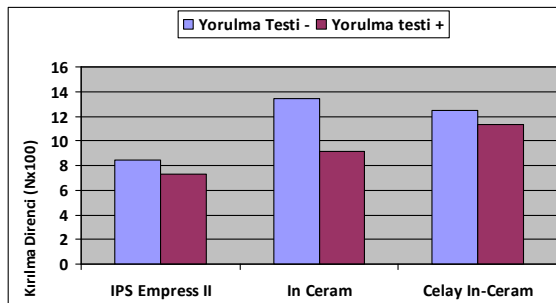
6 bağımsız grup arasındaki farkı ortaya çıkartmak için ANOVA testi, tam seramik sistemlerinde, yorulma testi uygulanmış örnek grupları ve uygulanmamış örnek grupları arasındaki fark ise Duncan testi kullanılarak araştırıldı.

SONUÇ

Gruplara ait ortalama kırılma direnci ve standart sapma değerleri tablo 1 'de gösterildi. Gruplar arasında en yüksek kırılma direnci, yorulma testi uygulanmayan Geleneksel InCeram'da (1343,70 N), en düşük kırılma direnci ise yorulma testi uygulanan IPS Empress II'de (734.1 N) görüldü. Yorulma testi uygulanan tüm gruplarda uygulanmayanlara göre ortalama kırılma direncinin düşük olduğu görüldü.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, IPS Empress II sistemi kullanılarak elde edilmiş gruplar arasında, yorulma testi uygulanmamış grubun ortalama kırılma direnci fazla olmasına rağmen, istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmadı ($P>005$) (Tablo 2).

Tablo 2: 6 grubun ortalama kırılma dirençleri arasındaki farkın görünümü (+: Yorulma testi uygulanan grup).



Geleneksel InCeram sistemi kullanılarak elde edilmiş gruplar arasındaki kırılma direnci farkı, istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P<005$).

Celay InCeram sistemi kullanılarak elde edilmiş gruplar arasında, yorulma testi uygulanmamış grubun ortalama kırılma direnci fazla olmasına rağmen, istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmadı ($P>005$).

TARTIŞMA

Tam seramikler ağız ortamında uzun bir zaman diliminde aralıklarla gerilimlere maruz kalır. Materyal germe, baskı veya transfer testlerindeki kuvvetlerden çok düşük kuvvetlerle karşılaşsa bile, yorgunluk sonucu zaman içinde başarısızlığa uğrayabilir. Yorgunluk testi dental materyallerinde başarısızlık nedeni olarak geçmişte pek az ilgi görmüştür. Ancak günümüzde klinik ortama benzer invitro testlerin, normal ömürün belirlenmesinde daha gerçekçi olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle farklı tam seramiklerin mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinde yorulma testi kullanmayı tercih ettik.^{7,9}

White ve ark.⁸ tarafından ağız ortamında ortaya çıkan statik yorgunluğun seramikler üzerinde etkilerini tahmin edebilmek için yorulma testi uygulamasının faydalı olacağını belirtmişlerdir. Ohya ve ark.¹⁰ seramikleri ağız ortamında etkileyen en önemli faktörün çiğnemeye bağlı statik yorgunluk olduğunu belirtmişlerdir, yaptıkları çalışmada, yorulma testi uygulanan alümina örneklerin, aksiyal kırılma dirençlerinde önemli oranda azalma bulmuşlardır. White ve ark.¹¹ yaptıkları başka bir çalışmada ise, tam seramik örneklerine uygulanan çevrimsel yüklemenin mikro çatlak oluşumuna yol açtığını, bu nedenle çevrimsel yüklemenin, seramiklerin klinik kullanımlarındaki etkileri üzerinde tahmin edilebilir sonuçların elde edilmesinde etkili olacağını belirtmişlerdir.⁸⁻¹¹

Çalışmamızda kırılma deneyleri sonucunda elde edilen ortalama değerler; IPS Empress II kronlarda, ortalama 841,50 N, geleneksel InCeram kronlarda ortalama 1343,70 N, Celay InCeram kronlarda 1244,20 N'luk kırılma dayanıklılığı gösterirken yorulma testi uygulandıktan sonra yapılan kırılma dayanıklılığı IPS Empress II kronlarda, ortalama 734,10 N, Geleneksel InCeram kronlarda ortalama 910,70 N, Celay InCeram kronlarda 1132,30 N olarak elde edilmiştir.

Araştırmacılar^{8,12-16}, yorulma testinin porözitelere başlayan çatlak oluşumunu provoke ederek,

8. White SN, Li ZC, Yu Z, Kipnis V. Relationship between static chemical and cyclic mechanical fatigue in a feldspathic porcelain. *Dent Mater* 1997; 13:103-10.
9. Sobrinho LC, Cattell MJ, Glover RH, Knowles JC. Investigation of the dry and wet properties of three all-ceramic crown systems. *Int J Prosthodont* 1998;11: 255-62.
10. Ohyama T, Yoshinari M, Oda Y. Effects of cyclic loading on the strength of all-ceramic materials. *Int J Prosthodont* 1999;12:28-37.
11. White SN, Caputo AA, Vidjak FM, Seghi RR. Moduli of rupture of layered dental ceramics. *Dent Mater* 1994;10:52-8.
12. Beschnidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. *J Oral Rehabil* 1999;26 582-93.
13. Strub R, Beschnidt M. Fracture strength of 5 different all-ceramic crown systems. *Int J Prosthodont* 1998;11:602-9.
14. Campbell SD. Evaluation of the fit and strength of an all-ceramic fixed partial denture. *J Prosthet Dent* 1988;59:301-6.
15. Bhowmick S, Zhang Y, Lawn BR. Competing fracture modes in brittle materials subject to concentrated cyclic loading in liquid environments: bilayer structures. *J Mater Res* 2005;20:2792-800.
16. Chai J, Takahashi Y, Sulaiman F, Chong K. Probability of fracture off all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 2000;13:420-4.
17. Vult von Steyern P, Ebbesson S, Holmgren J, Haag P, Nilner KJ. Fracture strength of two oxide ceramic crown systems after cyclic pre-loading and thermocycling. *J Oral Rehabil* 2006;33:682-9.
18. Rinke S, Hüls A, Jahn L. Marginal accuracy and fracture strength of conventional and copy-milled all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1995;8: 303-10.
19. Aboushelib MN, de Jager N, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Effect of loading method on the fracture mechanics of two layered all-ceramic restorative systems. *Dent Mater* 2007;23:952-9.
20. Lee SK, Wilson PR. Fracture strength of all-ceramic crowns with varying core elastic moduli. *Aust Dent J* 2000;45:103-7.
21. Zahran M, El-Mowafy O, Tam L, Watson PA, Finer YJ. Fracture strength and fatigue resistance of all-ceramic molar crowns manufactured with CAD/CAM technology. *J Prosthodont* 2008;17:370-7.
22. Hwang JW, Yang JH. Fracture strength of copy-milled and conventional In-ceram crowns. *J Oral Rehabil* 2001;28:678-83.
23. Philip GK, Brukl CE. Compressive strengths of conventional, twin foil, and all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1984;52:215-20.
24. Attia A, Kern M. Influence of cyclic loading and luting agents on the fracture load of two all-ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2004;92:551-6.
25. Fischer H, Weiss R, Telle R. Crack healing in alumina bioceramics. *Dent Mater* 2008;24:328-32.
26. Haselton DR. Clinical assessment of high-strength all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2000; 83:396-401.
27. Gemalmaz D, Ergin S. Clinical evaluation of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 2002;87:189-96.

Yazışma Adresi

Yrd.Doç.Dr.Mustafa ZORTUK
Erciyes Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı.
Kayseri 38039 Türkiye
Tel : 0 352 4380656
Faks : 0 352 4380657
E-Posta : mzortuk@erciyes.edu.tr