

FARKLI METAL DESTEKSİZ PORSELENLERİN KIRILMA DİRENÇLERİ VE YÜZEY SERTLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Ali Kılıçarslan¹ Ali Zaimoğlu²

Yayın kuruluşuna teslim tarihi : 3.2.1998

Yayına kabul tarihi : 28.2.1998

Özet

Metal desteksiz porselenler genellikle estetik problemlerin, defekt ve eksikliklerin restore edilmesi amacıyla laminate veneer kronlardan, porselen inleylelere kadar hızla yaygınlaşan bir biçimde kullanılmaktadır. Bu restorasyonlar; konvansiyonel tedavilere oranla daha az preparasyon gerektirdikleri için konservatif yaklaşımlar olarak kabul edilirler. Gelişen teknoloji ve materyaller de bunların artan başarısında önemli rol oynamaktadır. Dental porselenlerin üstün estetik özelliklerinin yanı sıra, fonksiyon sırasında kırılmaya karşı dirençleri de son derece önemlidir. Bu nedenle çalışmamızda farklı tekniklerle hazırlanmış metal desteksiz porselenlerin kırılmaya karşı dirençlerinin ve yüzey sertliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Araştırmanın birinci bölümünde iki farklı teknikte hazırlanmış olan porselen örneklerin kırılma dirençleri karşılaştırılmıştır. Bu nedenle her grup için hazırlanan on adet örnek üzerinde üç nokta eğme testi uygulanmıştır. Isı - basınç tekniği ile hazırlanan IPS - Empress örneklerin, refraktör day tekniği ile hazırlanan Colorlogic örneklerle oranla yaklaşık iki kat daha dirençli oldukları tespit edilmiştir. İkinci bölümde ise; örneklerin yüzey sertlikleri ise Barkol sertlik ölçüm cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Bu amaçla her porselen grubundan örneklerin hem glazür işlemi uygulanmış, hem de uygulanmamış yüzeyleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bunun sonucunda glazür işlemi uygulanmış IPS - Empress örneklerin yüzey sertliği açısından diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak farklı ve daha sert olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca en düşük düzey sertlik değeri ise glazür işlemi yapılmamış Colorlogic örneklerde bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Dental seramikler, Kırılma direnci, Yüzey sertliği.

GİRİŞ

Protetik diş hekimliğinin temel amacı, herhangi bir nedenle kaybedilmiş olan fonksiyon, fonasyon ve estetiğin geri iade edilmesidir. Bunun yanı sıra günümüzde, kozmetik anlayışındaki gelişmeler nedeni ile amacı sadece daha iyi bir estetik sağlamak olan restorasyonlara da ihtiyaç

RELATIVE FLEXURAL STRENGTH AND HARDNESS OF DIFFERENT DENTAL RESTORATIVE CERAMICS

Abstract

Full porcelain restorations like laminate veneer crown and porcelain inlays are generally used for restoring aesthetic problems, defects and deficiencies. Because of their limited preparation needs, they are considered as conservative methods. Advanced technology and material sciences contributed to their higher success. Although, dental porcelain has superior aesthetic results but may be subject to fracture during mastication. For these reason, in this study flexural strength and surface hardness of two different dental porcelains were investigated.

First part of these methods evaluated the flexural strength for two ceramics that has been prepared with different techniques by a three - point bending test. Specimens has been divided into two groups and each group consists ten samples. Specimens that has been prepared by a heat - pressed technique showed a higher modulus of rupture compared to those specimens made by the refractory die technique. On the other hand, the relative hardness of this materials were evaluated by Barkol hardness apparatus. For these purpose two groups including glazed and non-glazed porcelain groups has been evaluated. Significant differences in hardness could be detected between the groups. The hardness values of glazed IPS - Empress specimens were higher than the other groups, and non-glazed specimens made by the refractory die technique showed the lowest hardness values.

Key words: Dental ceramics, Flexural strength, Hardness.

duyulmaktadır. Buna bağlı olarak metal desteksiz porselenler; laminate veneer kronlardan, porselen inleylelere ve full porselen kronlara kadar hızla yaygınlaşan bir şekilde uygulanmaktadır.

Silikat yapısında olan seramikler, temel olarak oksijen atomunun silisyum atomlarını bir matriks gibi sarması (SiO₄) esasına dayanır. Se-

1 Dr Dt T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi

2 Prof Dr Ankara Üniversitesi Diş Hek Fak Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Bu araştırma Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından 94.30.00.05 nolu proje ile desteklenmiştir.

ramik kristalindeki atomik bağlar hem kovalent, hem de iyonik yapıdadır ve serbest elektronları yoktur. Bu bağlar; stabilite, direnç ve sertlik gibi üstün özellikler sağlar. Farklı oranlarda olmakla birlikte, tüm seramiklerde temel yapıyı feldspar, kuvarz ve kaolin denilen üç ana madde oluşturur. Dental porselen sintering (ergiyerek kaynaşma) işlemi geçirmiş olmasına rağmen mineral yapısında camsal fazın yanısıra, belirli oranda kristal lösit fazın da olduğu bilinmektedir. Lösit ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$); volkanik kayaların primer içeriği olan bir potasyum alümina silika'dır ve bu kristaller, ergime sırasında dental porselenin daha stabil kalmasını sağlar (9,10,12,14).

Full porselen restorasyonların yapımı için laboratuvar aşamasında pekçok teknik kullanılabilir. Bu teknikleri; Platin foli tekniği, Refraktör day tekniği, Isı - basınç seramikleri (IPS - Empress) tekniği, Bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD - CAM) tekniği ve dökülebilir seramik veya dökülebilir apatit tekniği olarak sınıflandırabiliriz. Porselen materyaller son derece rijit, sert ve kırılmandır. Mekanik dayanıklılık, dental restorasyonların klinik başarısı için son derece önemli bir faktördür. Porselen materyalin yapılarındaki alümina (Al_2O_3) oranı değiştirilerek daha dirençli olması sağlanabilir. Bu yolla, yüksek alümina içerikli porselen kor materyalleri geliştirilmiştir. Ayrıca kor materyali dışındaki porselenlerde de alümina oranı artırılabilir. Ancak artan alümina miktarının estetiği bozmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, porselen materyalin direncini arttırmaya yönelik pekçok metod da geliştirilmiştir. Glazür işlemi, yüzeyde oluşan mikroçatlakların devamlılığını önleyerek direnç kazandırır. Yüzeyin dirençli bir hale getirilmesi için iyon değişimi teknikleri veya ısı işlemi denilen ısı uygulaması işlemleri de uygulanabilir (7,13,28).

Ayrıca kullanılan materyalin yüzey sertliği, bu materyalin dayanıklılığını ve ağız ortamından etkilenmesini de etkileyen bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygun yüzey sertliğine sahip materyaller; boyanma, aşınma ve su emiliminin artması gibi gerek kimyasal ve gerekse mekanik olaylara karşı daha dirençli olacaklardır. Bu da hazırlanan restorasyonun başarısını ve ömrünü arttıracaktır. Ayrıca, restorasyonun kullanım süresince estetiğinin korunması da bu şekilde mümkün olacaktır (2,4,18,20).

Bu çalışmanın amacı; full porselen restorasyonlarda kullanılan ve iki farklı yöntemle hazırlanmış porselen materyalin kırılma dirençlerinin ve yüzey sertliklerinin hem glazür işlemi öncesin-

de ve hem de işlem sonrasında tespit etmektir. Böylece bu materyallerin fiziksel dayanıklılıkları hakkında bir bilgi sahibi olunacaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Gerek kırma dayanıklılığı ve gerekse yüzey sertliği çalışmalarında kullanılmak üzere her porselen grubu için 10 adet 1 mm x 5 mm x 20 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır (Tablo 1). Öncelikle, bu örneklerin standart boyutlarda hazırlanabilmesi için üzerinde 10 adet yukarıda belirtilen boyutlarda negatif boşluğu bulunan bir metal kalıp hazırlanmıştır. Refraktör day tekniği için otopolimerizan akrilikten ve ısı - basınç seramikleri tekniği için pembe mumdan örnekler bu kalıp kullanılarak hazırlanmış ve bunu takiben üretici direktiflerine uygun olarak porselenler elde edilmiştir (Resim 1).

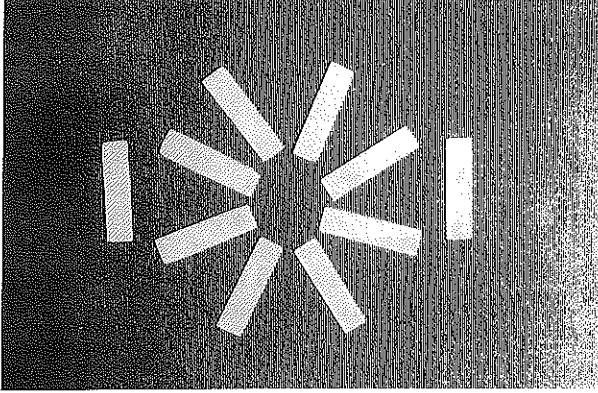
Tablo 1. Üç nokta eğme testinde kullanılan örneklerin genişlik (b) ve kalınlık (d) değerlerinin ortalamaları ve bu ortalamalara ait standart hatalar (mm).

Kullanılan Materyal	Örnek Sayısı (n)	b $X \pm S_x$	d $X \pm S_x$
Colorlogic	10	5,09±0,05	1,43±0,07
IPS - Empress	10	5,15±0,05	1,12±0,04

Colorlogic¹ porselen örneklerin üzerinde hazırlanabilmesi için Colorlogic refraktör day materyali kullanılarak refraktör modeller elde edilmiştir. Bu modeller 1,5 saat bekletildikten sonra 1010 °C'de refraktör yapı içerisindeki gazların çıkartılması işlemine maruz bırakılmıştır. Daha sonra likiti ile doyurulan modeller üzerine, hazırlanan porselen hamuru kondanse edilerek vakum altında 960°C'de fırınlanmıştır. Bu işlem sonrasında eksikliklerin giderilmesi için 954 °C'de ikinci bir fırınlama işlemi uygulanmıştır. Bu şekilde elde edilen örnekler mikromotorla tesviye edilerek ve açıktaki porselen yüzeyleri mumla kaplandıktan sonra 60 µm'lik Al_2O_3 kumlaması ile refraktör model üzerinden ayrılmış, elmas frezler yardımıyla düzeltilmiş ve son olarak üzerlerine Ceramco glazür sürülerek 918 °C'de glazür işlemine tabii tutulmuştur.

IPS - Empress² örnekler için ise; hazırlanan mum örnekler, sistem için hazırlanmış olan IPS - Empress fosfat bağlı revetman kullanılarak manşete alınmıştır. Ön ısıtma fırınında ısı artışı dakikada 3 °C olacak şekilde ısıtılarak, 850 °C'de 90 dakika süre ile mum yapılar uzaklaştırıldıktan

Resim 1. Çalışmada kullanılan IPS - Empress porselen örnekler.



sonra manşetler bekletilmeksizin empess EP 500 porselen fırınının manşet yatağına yerleştirilmiştir. Fırınlama şartlarına göre; dakikada 60 °C ısı artışı sağlanarak ve 700 °C'de vakum devreye sokularak 1180 °C'de örnekler elde edilmiştir. Bu amaç için kor materyali olarak da kullanılabilen porselen materyal kullanılmıştır. Elmas frezler yardımı ile düzeltilen ve eksiklikleri tamamlanan örnekler Ivoclar glazür malzemesi² sürülerek 918 °C'de glazür işlemleri de tamamlanmıştır.

Kullandığımız materyallerin kırılma dayanıklılığının değerlendirilebilmesi için ISO (25) ve ANSI / ADA (1) tarafından da önerildiği üzere üç nokta eğme testi kullanılmıştır. Elde edilen porselen örnekler, Hounsfield tensometer³ cihazı kullanılarak 2 mm / dakika hız ile yüklenmiştir. Bu işlem için; kırıcı uç kalınlığı 1 mm, iki kırıcı uç arası mesafe 15 mm olan ve karşı taraftaki kırıcı uç ise diğer ikisini ortalamaya gelen, uçları yuvarlatılmış özel kırma aпараты kullanılmıştır (Resim 2).

Elde edilen kilogram cinsinden kırılma değerleri newton'a çevirilerek aşağıdaki formül kullanılmış ve böylece her materyalin eğme dayanıcı (kopma modülü) tespit edilmiştir.

$$S = 3.W.I / 2.b.d^2$$

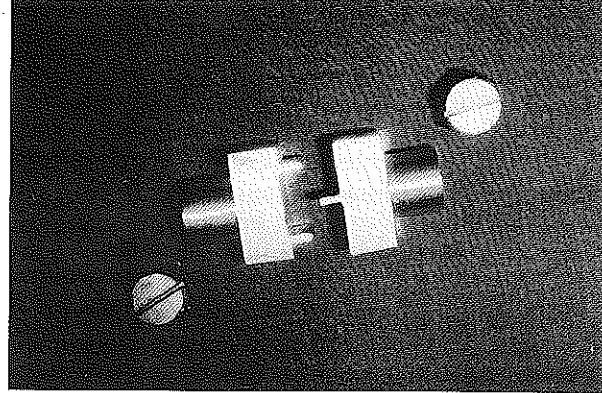
S: Eğme dayanıcı (Kopma modülü), **W:** Kırılmanın gerçekleştiği andaki yük miktarı, **I:** Kırıcı uçlar (destekler) arası mesafe, **b:** Örneğin genişliği, **d:** Örneğin kalınlığı

Daha sonra yüzey sertliği çalışması için iki farklı teknikle hazırlanmış olan porselen örnekler, hem glazür işlemine tabi tutulmuş yüzeyleri ve hem de bu işlemi uygulanmamış yüzeyleri değerlendirilmek üzere otopolimerizan akrilik kai-

² Ivoclar AÇ, Liechtenstein

³ Tensometer Ltd., İngiltere

Resim 2. Üç nokta eğme testi için hazırlanan özel kırma düzeneği.



de içerisine yerleştirilmişlerdir. Her grup için 10'ar adet hazırlanan her örneğin üzerinde Barcol sertlik ölçüm cihazı⁴ kullanılarak 10 adet ölçüm yapılmıştır. Böylece her ölçüm grubu için total 100 ölçüm yapılmıştır (Resim 3). Bu ölçüm cihazı, yüzeyin sertlik derecesine göre ölçüm ucunun materyal içerisine gömülme derecesini belirleyerek çalışmaktadır.

BULGULAR

Her iki materyal için elde edilen eğme dayanıcı verileri varyans analizi tekniği (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. İki grup ortalaması arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. (p<0,01). Tablo 2'de de görüldüğü gibi IPS - Empress örneklerin, Colorlogic örnekler oranla kırılmaya karşı yaklaşık iki misli daha dirençli olduğu tespit edilmiştir.

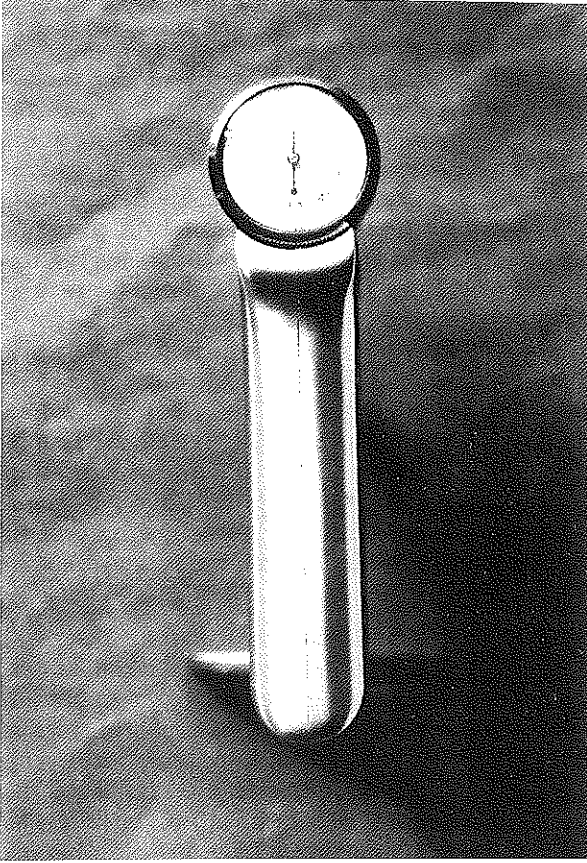
Aynı materyallerin glazür işlemi uygulanmayan ve uygulanan yüzeyleri için de yüzey sertlikleri varyans analizi tekniği (ANOVA) ile değerlendirilmiştir (Tablo 3). Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş, farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığının anlaşılması için Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Buna göre glazür işlemi uygulanmamış Colorlogic örnekler ile diğer tüm örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken, glazür işlemi uygulanmış Colorlogic ve glazür işlemi uygulanmamış IPS - Empress örnekler ile glazür işlemi uygulanmış IPS - Empress örnekler arasındaki farklılık da anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

TARTIŞMA

Restoratif dental materyaller incelendiğinde, bilindiği üzere porselenin yüzey yapısından,

⁴ Barber Colman Impressor, ABD

Resim 3. Yüze sertliği çalışmasında kullanılan Barcol ölçüm cihazı.



Tablo 2. Eğme dayanıcı testi sonucunda elde edilen veriler ve standart hataları (MPa).

Kullanılan Materyal	Örnek Sayısı (n)	S X ± Sx
Colorlogic	10	67,31 ± 9,93
IPS - Empress	10	151,30 ± 12,40

estetik ve doğal görüntüsünden, direncinden kaynaklanan bazı üstün özellikleri bulunmaktadır (6,11,16). Bunun yanı sıra full porselen restorasyonların yapımında, kullanılacak porselen ve tekniğin seçimi de büyük bir önem taşımaktadır. Bu restorasyonların yapımında platin foli tekniğinden, dökülebilir seramik tekniğine kadar birçok dental seramik tekniği kullanılabilir. Ancak platin foli tekniği gibi porselen iç yüzeyinde mikro çatlaklar bulunduran bir tekniğin kullanılması, laminate veneer gibi ince ve narin bir yapının daha simantasyon aşamasında kırılmasına neden olabilmektedir. Bu amaçla günümüzde en çok tercih edilen teknikler ise refraktör day tekniği başta olmak üzere, bir de ısı - basınç seramikleri tekniğidir (8,15,17).

Tablo 3. Yüze sertliği testi sonucunda elde edilen veriler ve standart hataları (Barcol).

Kullanılan Materyal	Yüze İşlemi	X ± Sx
Colorlogic	Glazürsüz	82,70±0,67
	Glazürlü	86,70±0,58
IPS - Empress	Glazürsüz	85,80±0,29
	Glazürlü	88,90±0,23

Bu tip kırılğan maddelerin çeşitli uçlar arasında yerleştirilerek statik eğme yüklemesi altında dayancının bulunmasına eğme dayanıcı (flexural strength) denilir ve çeşitli matematiksel formüller kullanılarak hesaplanırlar (19). Porselen materyallerin dayanıklılığını tespit için ana modeller veya çekilmiş dişler üzerine kronlar hazırlanarak da yük altında kırılma değerleri ölçülmüştür. Bir takım araştırmacılar yüze sertliklerinden yola çıkarak veriler elde etmeye çalışılmışsa da bu konuda en standart ve güvenilir sonuçlar eğme dayancının ölçülmesi ile elde edilebilmiştir (21). Çeşitli araştırmacılar, bu amaçla Uluslararası Standart Organizasyonu (The International Standart Organization - ISO) (25) ve Amerikan Ulusal Standartları ile Amerikan Dişhekimleri Birliği (ANSI / ADA) (1) tarafından da önerilen üç nokta ve dört nokta kırma testlerinin cam ve seramik materyaller için sıklıkla kullanılan metodlar olduğunu ve bu testin özellikle materyaller arasında karşılaştırma yapılırken basit, güvenilir, ayrıca hassas bir metod olduğunu ifade etmişlerdir. Bu metodla, elde edilen veriler kullanılarak kırılğan materyaller için eğme dayanıcı (kopma modülü) hesaplanır. Böylece materyallerin kırılma direnci tespit edilmiş olur. Ancak, örnek hazırlanması sırasında yüzeyde oluşan yarık ve defektler, boyutlardaki düzensizlikler şüphesiz ki kırılmanın başlamasında, dolayısıyla metodun hassasiyetinde etkili olacaktır (22,24,29).

Refraktör day tekniğinde kullandığımız Colorlogic porselen; lösit kristalleri içeren feldspatik yapıda bir porselendir. Bu porselen materyalin üzerinde hazırlandığı refraktör day materyali ise; amonyum fosfat, alumina, magnezya, silika ve zirkon gibi maddelerin karışımından oluşan refraktör day tozunun, su esaslı bir kolloidal oksit karışımı olan likit ile muamele edilmesinden elde edilir. Bu day materyalinin gelişme şeklinde toplam % 0.15'lik bir boyutsal genişliği söz konusudur. Dolayısıyla, oluşacak boyutsal değişikliklere mikroçatlaklar, mikroporöziteler, homojenite bozuklukları ve porselen hamurunun kondansasyonunun güçlüğü de eklendiğinde,

teknikğin başarısı ile uygulayıcının manipülasyonu son derece önemlidir. Isı - basınç seramikleri tekniklerinde kullandığımız IPS - Empress porselen de silindirik lösit kristalleri ile direnci artırılmış feldspatik yapıda bir porselendir. Ancak, standart mum eritme yöntemi ile elde edilmiş fosfat bağlı revetman kalıba basınç altında enjeksiyon yoluyla hazırlanır. Bu yöntemle daha homojen bir yapı elde edilebilmesi ve boyutsal değişikliklerin kontrol altında tutulabilmesi önemli bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemin en önemli dezavantajı ise, dış boyamaya gerek duyulmasıdır (5,26).

İki farklı teknikte hazırlanmış porselen örneklerine üç nokta eğme testi uyguladığımız çalışmamızda, refraktör day tekniği uygulanan Colorlogic porselenin, ısı - basınç seramikleri tekniği ile elde edilen IPS - Empress örneklerle oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede dirençlerinin düşük, ayrıca göreceli olarak da yüzey sertliklerinin daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucun iki farklı nedenden kaynaklandığı düşüncesindeyiz. Bunlardan birincisi; refraktör day tekniğinde ilk fırınlama sonrasında elde edilen porselen yapıdaki büyük boyutsal değişikliği de göz önüne aldığımızda IPS - Empress örneklerin daha homojen bir yapıda elde edilmesidir. Hedeflediğimiz örnek boyutundan sapmalar da bunu doğrulamaktadır (Tablo 1). Sonucu etkileyen ikinci faktör ise; çalışmada kullanılan porselen materyallerden IPS - Empress'in diğerine oranla daha fazla lösit kristaller ile direncinin artırılmış olmasıdır.

Seghi ve ark. (22) çalışmalarında; alümina, tetrasilik floromika ve lösit kristalleri ile güçlendirilmiş seramiklerin eğme dayançlarının diğer seramiklerden çok daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada kullanılan ve bizim kullandığımız Colorlogic porselene son derece benzer yapıda olan Ceramco II porseleninin eğme dayancı ise 61,37 MPa olarak bulunmuştur.

Dong ve ark. (5) da yaptıkları çalışmanın sonucunda; ısı - basınç seramikleri tekniklerindeki presleme ve fırınlama işleminin sadece bir şekil verme işlemi olmayıp, aynı zamanda porselen materyalin kırılma direnci üzerinde son derece büyük olumlu etkilerinin olduğunu da tespit etmişlerdir. Hazırladıkları örneklerle üç nokta eğme testi uyguladıklarında, işlem görmemiş seramik materyalindeki kırılma direnci 74 ile 126 MPa arasında tespit edilirken, işlem gören seramikte bu direnç 160 ile 182 MPa arasında bulunmuştur. Çünkü, SEM fotoğraflarında da görüldüğü üzere işlem görmemiş IPS - Empress kütlede

lösit kristallerinin kümeler halinde toplandığı, kristallerin ancak ısı ve basınç karşısında düzenli bir dağılım sağladıkları ortaya konulmuştur.

Seghi ve Sorensen (24) ise altı farklı seramik materyalin eğme dayancını değerlendirdikleri çalışmalarında; en yüksek kırılma direncini 603,70 MPa olarak alümina ve zirkonia ile güçlendirilmiş In - Ceram seramikte tespit etmişlerdir. IPS - Empress seramiğin direncini; presleme sonrası fırınlama yapmayıp glaze işlemi uyguladıkları örnekler için 97,04 MPa, ikinci bir fırınlama yaparak glaze uyguladıkları örnekler içinse 127,44 MPa olarak bulan araştırmacılar, kontrol grubu olarak kullanılan ve konvansiyonel feldspatik porselen olan Vita VMK 68'de ise kırılma değerleri ortalamasının 70,78 MPa olarak bulunduğunu da ifade etmişlerdir. Bu araştırmacılar da dayanıklılığa etki eden faktörleri bizim gibi manipülasyonun başarısına ve porselen materyalin cam matriksindeki kristalin fazın miktarına bağlamışlardır.

Seghi ve arkadaşları (23) bir tanesi kontrol grubu olarak cam olmak üzere 12 seramik materyal üzerinde bizim çalışmamızda olduğu gibi kırılma direnci ve yüzey sertliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar yeni seramik materyallerin konvansiyonel feldspatik porselenlere oranla çok daha kırılma direnci olduğunu, lösit kristalleri ve flormika'nın kırılma direnci üzerine olumlu etkilerinin olduğunu, ancak en iyi sonucu alümina ile güçlendirilmiş porselenlerin verdiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmaya göre ayrıca yüzey sertliği en fazla olan porselenin, kırılma direnci de en yüksek olan alümina ile güçlendirilmiş In-Ceram olduğu, en düşük değerleri ise flormika ile güçlendirilmiş örneklerin verdiğini tespit edilmiştir. Lösit ile güçlendirilmiş porselen örnekler ise yüzey sertliği açısından da iyi sonuçlar vermiştir.

Bu araştırma gruplarının yapmış olduğu çalışmalar gerek kullanılan yöntem, gerek elde edilen matematiksel veriler ve gerekse porselenlerin direnç sıralamaları açısından bizim çalışmamızla son derece benzerlik göstermektedir. Bu araştırmacılar da dayanıklılık tespiti için eğme testi kullanmayı uygun bulmuşlar ve benzer yapıda porselen materyalleri test etmişlerdir. Ayrıca bu araştırmacıların da direnç açısından kristal yapıyı dikkate almış olmaları bizim vardığımız sonucu desteklemektedir.

Üçtaşlı ve ark. (27) da ısı - basınç seramikleri tekniği ile elde edilen örneklerin dayanıklılığını araştırdıkları bir çalışmada, IPS - Empress

sisteminin tek parça restorasyonlarda direnç açısından diğer full porselen restorasyonlar kadar güvenle kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada da bizim çalışmamızda olduğu gibi feldspatik porselenin kullanıldığı örneklerin kırılma direnci, IPS - Empress örneklerle oranla daha düşük değerlerde elde edilmiştir.

Baharav ve arkadaşları (3) da alümina ile güçlendirilmiş ve fırınlama sonrası farklı soğutma derecelerine maruz bırakılmış porselenlerin kırılma tokluğu ve mikrosertliklerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaya göre; en yüksek kırılma tokluğu hızlı soğutma periyodunda elde edilmiş, ancak mikrosertliği soğutma işleminin etkilemediği ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak; refraktör day ve ısı - basınç seramikleri tekniği ile hazırlanmış porselen örneklerle üç nokta eğme testi uygulandığında; ısı - basınç seramikleri tekniği ile elde edilen örneklerin diğerlerinden iki kat daha dayanıklı olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca yüzey sertliği sonuçları değerlendirildiğinde glazür uygulamasının sadece bir estetik gereklilik olmadığı, aynı zamanda materyalin yüzey sertliğine de olumlu etkilerinin bulunduğu bir kez daha kanıtlanmıştır. Ayrıca ısı - basınç seramikleri tekniğinin dayanıklılık testinde olduğu gibi yüzey sertliği testinde de konvansiyonel feldspatik porselenlere oranla daha iyi sonuç vermesi; yüzey sertliği ile fiziksel dayanıklılık arasındaki bağlantıyı ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1. American National Standart / American Dental Association (ANSI / ADA). *Dental ceramic* Specification No: 69., Chicago 1992.
2. Anusavice, K.J. Recent developments in restorative dental ceramics. *J. Am. Dent. Assoc.* 1993: 124:72-84.
3. Baharav, H., Laufer B.Z., Mizrachi, A., Cardash, H.S. Effect of different cooling rates on fracture toughness and microhardness of a glazed alumina reinforced porcelain. *J. Prosther. Dent.* 1996: 76:19-22.
4. Craig, R.G., Peyton, F.A. Restorative Dental Materials. 5 th ed., St. Louis, *The C.V. Mosby Co.*, 1975: 110-8.
5. Dong, J.K., Luthy, Wohlwend, A., Scharer, P. Heat pressed ceramics: Technology and strength. *Int. J. Prosthodont.* 1992: 5:9-16.
6. Faunce, F.R., Myers, D.R. Laminate veneer restoration of permanent incisors. *Am. Dent. Assoc.* 1976: 93: 790-2.
7. Greggs, T. Laboratory Procedures. In: Garber, D.A., Goldstein, R.E., Feinman, R.A. Porcelain Laminate Veneers. 1st ed., Chicago, *Quintessence Publishing Co.*, 1988: 60-81.
8. Hondrum, S.O. A review of the strength properties of dental ceramics. *Prosthet. Dent.* 1992: 67:859-65.
9. Kedici, S. Diş hekimliğinde apatit seramik teknolojisi. *H.Ü. Diş Hek Fak Derg* 1985: 9:261-9.
10. Kelly, J.R., Nishimura, I., Campbell, S.D. Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *J. Prosthet. Dent.* 1996: 75:18-32.
11. Kurtz, K.S. Constructing direct porcelain laminate veneer provisionals. *Am. Dent. Assoc.* 1995: 126:653-6.
12. Leinfelder, K.F., Lemons, J.E. Clinical Restorative Materials and Techniques. st ed., Philadelphia, Lea & Febiger 1988.
13. Liu, P.R., Isenberg, B.P., Leinfelder, K.F. Evaluating CAD - CAM generated ceramic veneers. *J. Am. Dent. Assoc.* 1993: 124:59-63.
14. McCabe, J.F. Applied Dental Materials. 7 th ed. London, butler & Tanner 1992.
15. Messer, P.F., Piddock, V., Lloyd, C.H. The strength of dental ceramics. *J. Dent.* 1991: 19: 51-5.
16. Mink, J.R., Timmons, J.H. Laminate veneers. *Dent. Clin. North Am.* 1984: 28:187-203.
17. Nathanson, D. Dental Porcelain Technology. In: Garber, D.A., Goldstein, R.E., Feinman, R.A. Porcelain Laminate Veneers. 1st ed., Chicago, *Quintessence Publishing Co.*, 1988: 24-25.
18. O'Brien, W.J. Dental Materials: Properties and Selection. 1 st ed., Chicago, *Quintessence Publishing Co.*, 1989: 513-66.
19. Phillips, R.W. Science of Dental Materials. 9 th ed., Philadelphia, *Saunders Co* 1991.
20. Piddock, V., Qualtrough, A.J.E. Dental ceramics - an update. *J. Dent.* 1990: 18:227-35.
21. Probst, L. Compressive strength of two modern all - ceramic crowns. *Int. J. Prosthodont.* 1992: 5: 409-14.
22. Seghi, R.R., Daher, T., Caputo, A. Relative flexural strength of dental restorative ceramics. *Dent. Mater.* 1990: 6:181-4.
23. Seghi, R.R., Denry, I.L., Rosenstiel, S.F. Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. *J. Prosthet. Dent.* 1995: 74:145-50.
24. Seghi, R.R., Sorensen, J.A. Relative flexural strength of six new ceramic materials. *Int. J. Prosthodont.* 1995: 8:239-46.
25. The International Organization for Standardization (ISO) Dental ceramic. (1984). *International Standard ISO 6872*. 1st. Ed., Switzerland.
26. Üçtaşlı, S., Wilson, H.J. Influence of layer and stain firing on the fracture strength of heat - pressed ceramics. *J. Oral Rehabil.* 1996: 23:170-4.
27. Üçtaşlı, S., Wilson, H.J., Unterbrink, G., Zaimoğlu, A. The strength of a heat - pressed all - ceramic restorative material. *J. Oral Rehabil.* 1996: 23:257-61.
28. Zaimoğlu, A., Can, G., Ersoy, A.E., Aksu, L. Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi. 1. Baskı, Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi 1993.
29. Zeng, K., Oden, A., Rowcliffe, D. Flexure tests on dental ceramics. *Int. J. Prosthodont.* 1996: 9: 434-9.

Yazışma adresi:

Dr. Dt. Mehmet Ali Kılıçarslan
Bağcılar Mah. 29 Sok. No: 25/8
Gaziosmanpaşa / Ankara