

DEĞİŞİK SABİT PROTEZ ESTETİK MATERYALLERİNİN SERTLİK ÖZELLİKLERİ YÖNÜNDE İNCELENMESİ*

**Doç. Dr. Zeynep YEŞİL DUYMUŞ

***Arş Grv. Dt. Rabia KAVRUT

INVESTIGATION OF VARIOUS VENERING MATERIALS WITH RESPECT TO HARDNESS SURFACE

ÖZET

Bu çalışma, protetik restorasyonlarda kullanılan estetik materyallerin değerlendirilmesinde başlıca kriterlerden biri olan sertlik niteliği açısından incelenmesi ve bu niteliğe değişik ortamların etkisinin araştırılması amacıyla yapıldı.

Biodent, İsoisit ve Dentacolor örneklerin hazırlanması için; 6 mm. çapında 3 mm. kalınlığında parçalara ayrılabilen teflon kalıp kullanıldı. Kompozit rezin (Dentacolor) örnekler doğrudan bu kalıp içerisindeki boşluklara yerleştirilerek fotopolimerizasyon ile, İsoisit ve Biodent örnekler, kalıplar yardımı ile şekillendirilen mum örneklerin muflaya alınarak ısı ve basınç altında pişirilmesi ile, porselen örnekler ise, boşluklara yerleştirilen porselen hamurunun fayans üzerine alındıktan sonra fırınlanması suretiyle elde edildi. Hazırlanan örneklerin yüzeylerinin çok düzgün olmasına özen gösterildi. Bu şekilde, her bir materyalden 15 örnek olacak şekilde toplam 60 örnek hazırlandı.

Örnekler, eşit sayıda olacak şekilde üç gruba ayrıldı; birinci gruptaki örnekler kuru ortamda, ikinci gruptaki örnekler 37°C'de distile suda, üçüncü gruptaki örnekler ise yapay tükürükte bekletildi. 10 gün sonra Vickers test cihazında sertlik ölçümleri yapıldı.

Estetik materyal türünün ve ortamın önemli olduğu, istatistiksel olarak saptandı ($p<0.001$). En fazla sertlik değerinin porselende, en az sertlik değerinin ise Biodentte olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler: Estetik materyal, sertlik, ortam.

ABSTRACT

This study was carried out with the aim of examining the effect of various mediums the respect to hardness quality which is one of criterious in evaluating veneering materials used in prosthetic restorations.

Teflon moulds which can be separated in 6 mm. diameter and 3 mm. thick pieces were used. By placing Dentacolor samples into the spaces in these mould, with photo- polymerization, İsoisit and Biodent samples were obtained by flasking the trial dentures with the help of moulds by curing them under heat and pressure, but porcelain samples were obtained by furnacing porcelain dough after it was taken on the faience. It was paid more attention to the surfaces of samples prepared to be very smooth. In this way, total 60 samples were prepared in the way that 15 samples would be from each material.

Samples were divided into three groups equally. Samples in the first group were kept in dry medium, samples in the second group were kept in distilled water and the others in the third group were kept in artificial saliva and ten days later, their hardness measurements were taken with Vickers test equipment.

It was determined that types of veneering material and medium were significant statistically ($p<0.001$). It was determined that the most hardness value was in porcelain and least hardness value was in Biodent.

Key Words: Veneering materials, hardness, medium.

*: Protez Akademisi ve Gnatoloji Derneği'nin International College of Prosthodontics İşbirliği ile düzenlenen 6. Uluslar arası Kongresinde poster olarak sunuldu (13-15 Eylül 2002, İstanbul).

** : Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Öğretim Üyesi.

***: Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

GİRİŞ

Sabit protezlerde kullanılan estetik materyallerin çeşitli yönlerdeki kuvvetler altında form ve yapılarını koruyarak fonksiyon görebilmeleri için diğer bazı fiziksel faktörlerin yanı sıra, yüksek sertlik değerlerine de sahip olmaları arzu edilir.^{1,2}

Yüzey sertliği, çeşitli özellikler arasında meydana gelen etkileşimden kaynaklanır. Bir maddenin sertliğini etkileyen özellikler arasında; esneme ve oranlı limitleri, dayanıklılık, çekilebilirlik, dövülebilirlik ve aşınma sayılabilir.¹⁻⁴ Bu nedenle sertlik, maddelerin aşınmaya karşı olan dirençleri ile yakından ilişkilidir.⁵

Yüzey sertliğinin ölçümünde kullanılan bir çok test yöntemi mevcuttur. Bu testlerin prensibi, materyal yüzeyinin özel bir uçla belirli bir yük altında yapılan penetrasyona gösterdiği dirençtir.³ Dişhekimliğine ait materyallerin sertliğinin belirlenmesinde Brinnell, Rockwell, Barcoll, Bierhaum, Vickers veya Knoop sertlik testleri kullanılabilir.^{2,6-9} Vickers testi ADA spesifikasyonunda, dental altın alaşımı için kullanılır.² Kıvrılgan materyallerin sertliğinin belirlenmesi için de uygundur. Bu nedenle, doğal diş yapılarının ve estetik materyallerin sertliğinin ölçülmesinde de kullanılmaktadır.¹⁰⁻¹² Elastik geriye dönüşümü olan materyallerde kullanımı komplikasyon yaratır.

Protetik restorasyonlarda kullanılan estetik materyaller, yapılarına göre; akrilik esaslı ve porselen olmak üzere iki grupta toplanabilir.² Yapılan çalışmalar sonucunda, polimetil metakrilat veya akrilik rezin kopolimerlerinin yanı sıra, mikro doldurucu sistemli BIS GMA kompozit kökenli, laboratuvarında ışıkla polimerize olan kaplama materyalleri kullanıma sunulmuştur.¹³⁻¹⁵

Isıyla polimerize olan akrilik rezinler, manipulasyon kolaylığı göstermeleri ve ucuz olmaları nedeniyle, kuron-köprü protezlerinde kullanılmaktadırlar.^{2,13,16}

Hastalar tarafından, oklüzal yüzeylerinde doğal dişlerin estetik görünümünü taklit eden ve metal alt yapıları maskeleyen sabit protezlerin

daha fazla tercih edilmesi, metal destekli restorasyonlarda porselenin kullanımını artırmıştır.¹⁷ Porselenin yüzey yapısından, estetik ve doğal görünüştünden, direncinden kaynaklanan bazı üstün özellikleri bulunmasına karşın, doğal dişlere karşı gelen porselen restorasyonlar, mine yüzeylerini aşındırabilir,^{2,18} pahalıdır ve yapımı için özel ekipman gerekir.^{2,19} Bu gibi dezavantajlarına karşın yukarıda sayılan avantajları nedeniyle porselen, günümüzde, kuron-köprü protezlerinde en fazla kullanılan materyaldir.

Dimetakrilat materyali olarak yüksek doldurucu içeren kompozitler ise; estetik ve abrazyona karşı dirençli olmaları,^{20,21} manipulasyonlarının kolay olması, çabuk sertleşmeleri ve polimerizasyon büzülmesinin düşük olması nedeniyle²¹ kullanım alanı bulmaktadırlar.

Bu çalışma, protetik restorasyonlarda kullanılan estetik materyallerin değerlendirilmesinde başlıca kriterlerden biri olan sertlik niteliği açısından incelenmesi, bu niteliğe distile su, yapay tükürük ve kuru ortam gibi değişik ortamların etkisinin araştırılması amacıyla yapıldı.

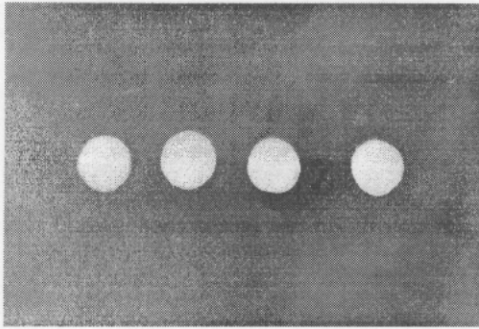
GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, bir metil metakrilat olan Biodent K-B plus (De Trey Dentsply), bir feldspatik porselen yapısında olan, fırınlanmak suretiyle sertleşen porselen (Ivoclar), bir inorganik mikro-doldurucu kompozit olan ısı ve basınçla sertleşen İsosit (Ivoclar, Madein Liechtenstein) ve fotopolimerizasyon gösteren inorganik mikro-doldurucu içeren kompozit rezin olan Dentacolor (Kulzer GmbH, Germany) kullanıldı.

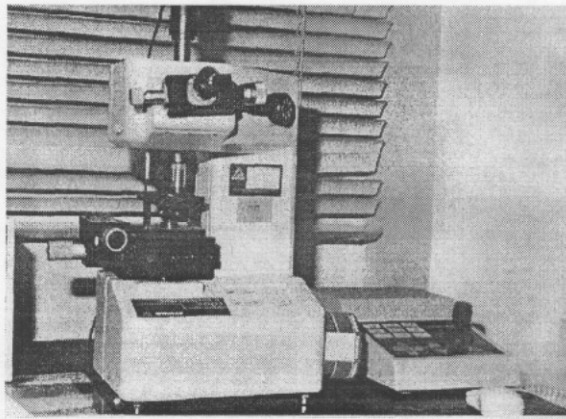
Test edilecek örneklerin hazırlanması için; 6 mm. çapında 3 mm. kalınlığında parçalara ayrılabilen (teflon; Polypenco- Salford, Lancashire, UK) kalıp kullanıldı.

Dentacolor örnekler doğrudan bu kalıp içerisindeki boşluklara yerleştirilerek fotopolimerizasyon ile, İsosit ve Biodent örnekler, kalıp yardımı ile şekillendirilen mum örneklerin muflaya alınarak ısı ve basınç altında pişirilmesi ile elde edildi. Porselen örneklerin hazırlanmasında ise,

bu maddenin %30-40 hacimsel büzülme özelliği göz önüne alınarak 8 mm. çapında 4.25 mm. genişliğinde teflon kalıp kullanıldı. Bu boşluklar içerisine yerleştirilen porselen hamuru, daha sonra kalıplardaki kilit mekanizması açılarak fayans üzerine alındı ve fırınladı. Hazırlanan porselen örnekler glazürlenerek, akrilik rezin ve kompozit örnekler ise rutinde kullanılan yöntemlerle cilalandı. Her bir materyalden 15 örnek olacak şekilde toplam 60 örnek hazırlandı (Resim 1).



Resim 1. Deney için hazırlanmış test örnekleri.



Resim 2. Sertlik testinin yapıldığı cihaz.

Örnekler, eşit sayıda olacak şekilde üç gruba ayrıldı; birinci gruptaki örnekler kuru ortamda, ikinci gruptaki örnekler termostat aracılığıyla ısısı 37°C' ayarlı distile su banyosunda, üçüncü

gruptaki örnekler ise tükürüğün içindeki bileşenlerin sertliği distile sudan farklı şekilde etkileyip etkilemediğini tespit etmek amacıyla yapay tükürük (1000 gr distile su, 0.200 gr K₂HPO₄, 0.330 gr KSCN, 0.260 gr Na₂HPO₄, 1.500 gr NaHCO₃, 0.700 gr NaCl, 1.200 gr HCl, 1.300 gr üre) bulunan kaplara yerleştirildi ve kaplar, 37°C' ayarlı su banyosuna yerleştirildi. 10 gün bekletildi. Fiziksel özellikler kesinlik kazandıktan sonra sertlik ölçümleri yapıldı.

Sertlik ölçümleri için Vickers test cihazı (Matsuzawa DMT 2, JAPAN) kullanıldı (Resim 2). Değerlendirme; Vickers elmasının çizdiği eşkenar dörtgenin köşegenlerinin uzunluk ortalamasına göre skaladan elde edilen Vickers değerine göre yapıldı.

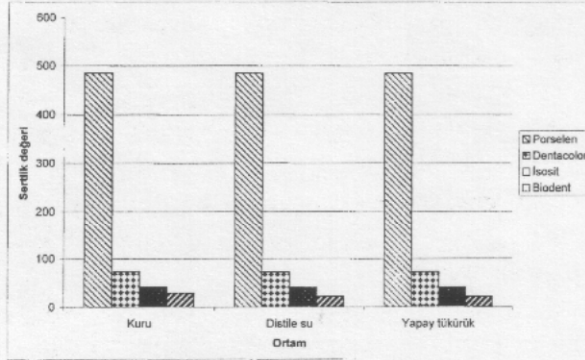
Elde edilen sonuçlar, Kruskal- Wallis varyans analizi ile değerlendirildi, ikişerli karşılaştırmalar sıra sayılarının ortalamasına dayalı formüle göre yapıldı.²²

BULGULAR

Estetik materyallerin sertlik değerlerinin değerlendirilmesinde 12 grup üzerinden yapılan Kruskal- Wallis varyans analizi sonucunda; Ki-kare değeri 57.015, serbestlik derecesi 11 ve p<0.001 olarak saptandı. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildiğinden ikişerli karşılaştırmalar sıra sayılarının ortalamasına dayalı formüle göre yapıldı; dört estetik materyalin sertlik değerlerinin birbirinden farklı olduğu, bu materyallerden üçünün yapay tükürük ve suda bekletilen örneklerinin sertlik değerlerinin benzer, kuru ortamda bekletilen örneklerinin sertlik değerinin ise bunlardan farklı olduğu, porselen örneklerin sertlik değerinin koyulmuş oldukları ortamdaki etkilenmediği yani her üç ortamda da benzer sertlik değeri gösterdiği saptandı. Kullanılan estetik materyallerden, porselenin en fazla sertlik değeri gösterdiği, ışıkla polimerize olan Dentacolor' un oldukça iyi sertlik (73.437VHN) değerine sahip olduğu, en az sertlik değerini ise Biodent' in (24.733 VHN) gösterdiği görüldü (Tablo I) (Grafik 1).

Tablo I. İncelenen faktörlere ait ortalama ve standart sapma sonuçları (N=5) (Sertlik=VHN).

	Porselen		Dentacolor		İsosit		Biodent	
	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd
Kuru	485.50	0.354	74.46	0.372	42.00	0.707	29.60	0.894
Distile su	485.00	1.000	72.90	0.070	41.00	1.000	22.60	2.510
Yapay tükürük	485.00	2.345	72.95	0.707	41.00	1.000	22.00	0.707



Grafik 1. Estetik materyallerin, buldukları ortama göre göstermiş oldukları sertlik değerlerinin grafiksel gösterimi.

TARTIŞMA

Estetik amaçla kullanılan restoratif materyallerin aşınma direnci ve sertliği klinik başarıyı etkileyen önemli faktörlerdendir.²³ Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin yüzey sertliklerinin mineye yakın değerde olması, aşınmaya karşı direnç için istenir.⁷

Craig ve Phillips,¹ sertlik niteliği esas alındığında, günümüzde veneer restorasyonlarda yaygın olarak kullanılan akriliklerin oldukça düşük değerler ortaya koyduğunu, porselenin bu özelliği ile en ideal faset materyali olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak bazı dezavantajları nedeni ile porselene alternatif olarak mikro doldurucu resinler uygulanmaya sunulmuş, özellikle ışıkla polimerize olan sistemlerin ilgiyle karşılandıkları görülmüştür. Bu amaçla kullanılan kompozitlerin, bu özelliklerinin içeriğini oluşturan fillerin cinsi, büyüklüğü, oranı, prepolimerizasyonu, bağlanmayı sağlayan "coupling agent"ı, matriksi ve dolu-

rucu arasındaki tutunma kuvveti gibi faktörlere bağlı olduğu bildirilmektedir.²³

Bu çalışmada, ideal fiziksel özellikleri biraraya toplaması ve zaman kaybı faktörlerini azaltması amacıyla kullanıma sunulan çeşitli faset materyallerinden biri olan 0.04-0.06 μ m büyüklüğündeki partikülleri içeren Dentacolor' un yüzey sertliği yönünden, mikrodoldurucu İsosit ve bir metil metakrilat olan Biodent oranla oldukça yüksek sertlik değerleri ortaya koyduğu belirlendi. Bu sonuç, Germain ve ark,²⁴ Wakin ve ark²⁵ ve Hasanreisoglu ve ark²⁶ bulgularıyla uyum göstermektedir.

Germain ve ark²⁴ ve Wakin ve ark,²⁵ mikrodoldurucu içeren resinlerde ana maddedeki inorganik partiküllerin büyüklüğünün ve miktarının sertliği etkileyen faktörlerin başında geldiğini ifade etmişlerdir. Raptis ve ark,²⁷ inorganik doldurucu miktarındaki artış ile yüzey sertlik değerinin artacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da doldurucu miktarı ağırlığının %72'si oranında olan Dentacolor' un, % 60 oranında inorganik partikül içeren İsosit'e oranla daha yüksek sertlik değerlerine sahip olduğu saptandı. Bu bulgu, Raptis ve ark²⁷ görüşleriyle uyum göstermektedir.

Rezine içerikli materyallerde, daha iyi polimerizasyon, yüzey sertliğinin artmasını sağlar ve aşınmaya karşı direnci fazlalaştırır.⁷ Polimerizasyon derinliğinin özellikle koyu renklerde sınırlı kalması, ışıkla polimerize olan sistemlerin en önemli dezavantajını oluşturmaktadır. Bu olay, kullanılan ışın kaynağının çapı, ışınlama süresi ve maddenin mikromoleküler yapısı gibi faktörlerin etkisi altındadır.^{9,27}

Bu çalışmada en açık renkteki kompozit kullanıldı. Kullanılan kompozitte ışınlama süresinin uzun tutulması, işlemin ışığın çevreye yayılmasını engelleyecek şekilde kapalı bir sistem içerisinde yapılması ve maddenin çok sayıda küçük partikülleri içeren mikromoleküler yapısı gibi özellikler göz önüne alındığında, etkin bir polimerizasyonun sağlanabileceği sonucu ortaya çıkar. Ayrıca bu tip restoratif maddelerde 20 sn süre ile ışınlamada ortalama 2 mm. derinliğe kadar

polimerizasyon sağlandığı bazı araştırmacılar tarafından saptanmıştır.²⁷ Sabit protezlerde kullanılan faset materyalinin 0.5-1 mm. kalınlığında olması sebebiyle polimerizasyonda bir sorunun ortaya çıkmayacağı kesindir.

Wassel ve ark,⁶ değişik kompozitlerin Vickers sertlik değerlerini tespit etmişler, en yüksek değerleri, ince partiküllü ışınla sertleşen hibrid kompozit rezin grubundan P50 materyalinde saptamışlardır. Bu materyali Isosit (mikrodoldurucu kompozit, ısı ve basınçla sertleşme) takip etmiştir. Bu sonuç bizim bulgularımızla uyum göstermektedir.

Yap ve ark,²⁸ değişik restoratif materyallerin aşınma sertliğini incelemişler, kompozit rezinlerde oluşan aşınmanın doldurucunun tipine ve niceliğine bağlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Yamaga ve ark,²⁹ dört çeşit ışınla sertleşen kuron-köprü kaplama materyalinin sertliğini Knoop sertlik testi ile belirlemişler, konvansiyonel ışınla sertleşen kompozit rezin materyallerinin yumuşak ve kırılğan olduğunu saptamışlar, bu materyallerin metal alt yapı ile kullanıldığı takdirde yeterli direnç gösterebileceğini belirtmişlerdir.

Kullanılan materyalin yüzey sertliği, bu materyalin dayanıklılığını ve ağız ortamından etkilenmesini 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 olacaktır. Bu da, hazırlanan restorasyonun başarısını ve ömrünü artıracaktır. Restorasyonun kullanım süresince, estetiğinin korunması da bu şekilde mümkün olacaktır.^{30,31}

Kompozit rezinin önemli özelliklerinden birisi de polimerizasyonunu takiben başlayan su emilimidir.³²⁻³⁴ Su emilimi reçinenin bir miktar genleşmesini sağlar.³² Oysaed ve Ruyter,³⁴ su emiliminin inorganik dolduruculara etkisini incelemişler, özellikle çinko, baryum, stronsiyum ve cam gibi doldurucu iyonların üç ay sonraki kontrollerinde, reçine yüzeyinden uzaklaştıklarını tespit etmişlerdir. Buna en önemli sebep olarak, doldurucuların yüzeyini kaplayan silan ile organik

matriks arasındaki bağlanmanın su emilimi ile bozulmasını göstermişlerdir.

Watts ve ark³⁵ nın da kompozitin yüzey sertlik özelliklerini ısı, bulunduğu ortamla temas süresi ve su absorpsiyonu gibi faktörlerin yakından etkilediğini ortaya koyan çalışmaları bulunmaktadır.

Bu çalışmada, kullanılan estetik materyallerden kuru ortamda saklanan örneklerin sertlik değerinin su ve yapay tükürükte saklananlardan fazla olduğu tespit edildi. Su ve yapay tükürüğün, sertlikte azalmaya sebep olduğu görüldü. Bu sonuç aşağıdaki araştırmacıların bulgularıyla uyum göstermektedir.

Bassionuy ve Grant,⁸ yüzey sertliğinin ısı ve su emilimi ile yakın ilgisi bulunduğunu tespit etmişler, bu durumun, reçinenin fiziksel özelliklerini uzun dönemde olumsuz yönde etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Zaimoğlu ve ark,³ veneer kuronlarda kullanılan akrilik rezinlerin kütesinin az, yüzey alanının fazla olmasından dolayı su emilimine ve termal etkilere bağlı olarak boyutsal değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Materyal içindeki su absorpsiyonu plastizer olarak davranır, sertlik,³⁶ transvers direnç³⁷ ve yorgunluk limiti³⁸ gibi mekanik özellikler azalır.

Porselen örneklerin her üç ortamdaki sertlik değerlerinin benzer olduğu saptandı. Bu durum, porselenin su absorpsiyonunun yok denecek kadar az olmasına bağlandı.

Sabit protezlerin oklüzal yüzeylerinde kullanılacak olan materyallerin seçiminde, protez materyalinin aşınmaya karşı direnç göstermesine ve karşıt doğal veya yapay dişlerin oklüzal yüzeylerinde aşınmaya neden olmamasına dikkat edilir.³⁹ Klinik deneyimler sonucunda, çiğneme fonksiyonunda, aşırı sertlik ve atrizyonun travmatik etki ve parafonksiyon oluşturabileceği gözlenmiştir.⁴⁰ Protetik materyallerin veya diş minesinin aşırı miktarlarda aşınması oklüzyon bozukluğuna, çiğneme sisteminin etkinliğinde azalmaya ve çiğneme yüzeylerinde gıda birikimine neden olabilmektedir.³⁹

Porselenler, antagonist yüzeyde altın veya kompozite göre daha fazla aşınmaya neden olmaktadır. Cam gibi düzensiz şekle sahip materyallerde yüzey sertliği abrazyiv özelliklerine katkıda bulunmaktadır.¹¹ Ancak materyalin yüzey sertliğinin, aşınma oranını belirleme konusunda zayıf bir etkiye sahip olduğunu ileri süren araştırma sonuçları da mevcuttur.⁴¹

Fotopolimerizan resinlerde ışınlamayı takiben bir süre daha çapraz zincirleme reaksiyonlarıyla polimerizasyonun devam ettiği bilinmektedir.⁸

Çeşitli çalışmalarda, ışın veya kimyasal yolla sertleşen maddelerin, akrilik veya geleneksel kompozitlerin, sertleştikten sonraki yüzey sertliklerinin zamana bağlı olarak arttığı saptanmıştır.⁴²

Bu çalışmada, bu iki husus göz önüne alınarak örnekler 37°C' ye ayarlı su banyosunda 10 gün bekletildi ve tüm maddelerin fiziksel özellikleri kesinlik kazandıktan sonra sertlik ölçümleri yapıldı.

SONUÇ

Değişik sabit protez estetik materyallerinin sertlik özellikleri yönünden incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada şu sonuçlar elde edildi: Akrilik rezin (Biodent) ve kompozit rezin (İsosit ve Dentacolor) örneklerin kuru ortamdaki sertlik değerinin distile su ve yapay tükürükte bekletilenlerden fazla olduğu, distile su ve yapay tükürükte bekletilen örneklerin benzer sertlik değeri gösterdiği, porselen örneklerin sertliğinin koyulmuş oldukları ortamdan etkilenmediği, en fazla sertlik değerinin porselende en az sertlik değerinin ise akrilik rezin olan Biodentte olduğu saptandı.

KAYNAKLAR

1. Craig RG, Peyton FA. Restorative Dental Materials. 5 th Ed, St Louis, The CV Mosby Co, 1975: 110-118.
2. Phillips RW. Skinner' s Science of Dental Materials. Philadelphia: WB Saunders Co, 1982; 42.

3. Zaimoğlu A, Can G, Ersoy AE, Aksu L. Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1993:213-4, 246-256.

4. O' Brien WJ. Dental Materials: Properties and Selection. Chicago: Quintessence Pub, 1989: 513-566.

5. White SN, Yu Z. Physical properties of fixed prosthodontic resin composite luting agents. Int J Prosthodont 1993; 6: 384.

6. Wassel RW, Mc Cabe JJ, Walls AWG. Subsurface deformation associated with hardness measurements of composites. Dent Mater 1992; 8: 218-223.

7. Mıya N. A study on lıght-cured resins. J Nihon Univ Sch Dent 1988; 30: 331-8.

8. Bassiouny MA, Grant AA. Physical properties of a visible lıght-cured composite resin. J Prosthet Dent 1980; 43: 536-541.

9. Friedman J, Hassan R. Comparison study of visible curing lights and hardness of light cured restorative materials. J Prosthet Dent 1984; 52: 504-506.

10. Derand P, Denry IL, Rosenstiel SF. Wear of low-fusing dental porcelains. J Prosthet Dent 1999; 81:460-463.

11. Seghi RR, Denry IL, Rosenstiel SF. Relative fracture toughness and hardness of new dental ceramics. J Prosthet Dent 1995; 74:145-150.

12. Seghi RR, Denry I, Brajevic F. Effects of ion exchange on hardness and fracture toughness of dental ceramics. Int J Prosthodont 1992; 5: 309-314.

13. Meredith N, Setchell DJ. In vitro measurement of cuspal strain and displacement in composite restored teeth. J Dent 1997; 25: 331-337.

14. Rehany A, Hirschfeld Z. Veneering serviceable restorations. Quintessence Int 1988; 19: 787-792.

15. Barzilay I, Myers ML, Cooper LB, Grasser GN. Mechanical and chemical retention of laboratory cured composite to metal surfaces. J Prosthet Dent 1988; 59: 131-137.

16. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP, Vanherle G. A classification of dental composites according to their morphological characteristics. Dent Mater 1992; 8: 310-319.

17. Hacker CH, Wagner WC, Razzoog ME. An in vitro investigation of the wear of enamel on porcelain and gold in saliva. J Prosthet Dent 1996; 75: 14-17.

18. Jagger DC, Harrison A. An in vitro investigation into the wear affects of unglazed, glazed and polished porcelain on human enamel. *J Prosthet Dent* 1994; 72: 320-323.
19. Janda R. Verblendkunststoffe-Materialen und leistungsfähigkeit. *Quintessenz Zahntech* 1997; 48: 839-860.
20. Ludwig K. Werkstoffkunde der verbundkunststoffe. *Quintessenz* 1997; 23: 683-692.
21. Baraban NJ. The restoration of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1988; 59:553-558.
22. Yıldız N, Akbulut Ö, Bircan H. İstatistiğe Giriş. Uygulamalı Temel Bilgiler Çözümü ve Cevap Sorular. Erzurum, 1999.
23. Lang BR, Janda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil* 1992; 19: 569-584.
24. Germain HS1, Swartz ML, Phillips RW, Moore BK, Roberts TA. Properties of microfilled composite resins as influenced by filler content. *J Dent Res* 1985; 64: 155-160.
25. Waknine S, Sumithra N, Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J. Properties of visible light cured composites. *J Dent Res* 1984; 63: 292, IADR abstract, 1094.
26. Hasanreisioğlu U, Kalıpçılar B, Karaağaçlıoğlu L. Değişik sabit protez estetik materyallerinin sertlik özellikleri yönünden değerlendirilmesi. *Ankara Üniv Diş Hek Fak Derg* 1988; 15: 65-69.
27. Raptis CN, Fan PL, Powers JH. Properties of microfilled and visible light cured composite resins. *JADA* 1979; 99: 631-639.
28. Yap AVS, Teoh SH, Hastings GW, Lu CS. Comparative wear ranking of dental restorative materials utilising different wear simulation modes. *J Oral Rehabil* 1997; 24: 574-580.
29. Yamaga T, Sato Y, Akagawa Y, Taira M, Wakasa K, Yamaki. Hardness and fracture toughness of four commercial visible light-cured composite resin veneering materials. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 857-863.
30. Anusavice KJ. Recent developments in restorative dental ceramics. *J Am Dent Assoc* 1993; 124:72-84.
31. Piddock V, Qualtrough AJE. Dental ceeramics-an update. *J Dent* 1990; 18:227-235.
32. Mohsen NM, Craig RG. Hydrolytic stability of silanated zirconia- silica-urethane dimethacrylate composites. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 967.
33. Segura A, Donly KJ. In vitro posterior composite polymerization recovery following hygroscopic expansion. *J Oral Rehabil* 1993; 20:495.
34. Oysaed H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res* 1986; 65: 1315.
35. Watts DC, Amer O, and Combe EC. Characteristics of visible ligh-cured composite system. *Brit Dent J* 1984; 156: 209-215.
36. Baydaş S, Duysu Yeşil Z. Isı ile polimerize olan akrilik rezinlerin polimerizasyon yöntemlerinin karşılaştırılması. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2000; 10: 57-60.
37. Dixon DL, Ekstrand KG, Breeding LC. The transverse strengths of three denture base resins. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 510-513.
38. Fuji K. Fatigue properties of acrylic denture base resins. *Dent Mater J* 1989; 8: 243-259.
39. Koczorowski R, Wloch S. Evaluation of wear of selected prosthetic materials in contact with enamel and dentin. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 453-459.
40. Pavone BV. Bruxism and effect on the natural teeth. *J Prosthet Dent* 1985; 53:692-696.
41. Hudson JD, Goldstein GR, Georgescu M. Enamel wear caused by three different restorative materials. *J Prosthet Dent* 1995; 74:647-654.
42. Hansen EK. After polymerisation of visible ligh activated resins. *J Dent Res* 1983; 91: 406-410.

Yazışma Adresi:

Zeynep YEŞİL DUYSU

Atatürk Üniv Diş Hek Fak

Protetik Diş Tedavisi A.B.D.

Erzurum

Tel (İş): 0 442 2311781

Tel (Ev):0 442 2313970

Fax No: 0 442 2360945

E mail:zyesilz@hotmail.com