

POLİETİLEN VE KARBON FİBER İLE DESTEKLENMİŞ AKRİLİK REZİNLERİN KIRILMAYA KARŞI DİRENÇLERİ

Özgül KARACAER*, Arife DOĞAN**, Rıza GÜRBÜZ*

Ö Z E T

Bu çalışmada değişik ağırlıklarda polietilen ve karbon fiber ile desteklenmiş PMMA'ların kırılmaya karşı dirençleri saptandı ve mukayese edildi. 60x10x3 mm. boyutlarında hazırlanan örneklerle 3 nokta testi uygulanarak kırılma direnç değerleri saptandı. Elde edilen değerlere Student t testi uygulanarak istatistiksel analiz yapıldı. Polietilen fiber destekli örneklerde fiber miktarı arttıkça kırılmaya karşı direnç de artmıştır. Karbon fiber destekli örneklerde ise, fiber miktarındaki artış kırılma direncinin artmasına neden olmamıştır.

Anahtar Kelimeler : PMMA, polietilen, karbon fiber

GİRİŞ

Diş hekimliğinde akrilik rezinler (PMMA) 50 yıldır en popüler protez kaide materyali olarak kullanılmaktadır.

PMMA'ların yapımlarının ve tamirlerinin kolay, görünümünün ve hasta tarafından kabulünün iyi olmasına karşın mekanik özellikleri zayıftır. Bunun sonucu ortaya çıkan üst protez kırıkları, alt çenede doğal dişlerin olması (3), protez kaidesinin uyumsuzluğu, aşırı çıkıntılı torus palatinus ve aşırı frenulum çentiği varlığında oluşur (3. 8). Ayrıca çiğneme kuvvetleri altında

SUMMARY

The Fracture Resistance of Polymethylmetacrylate Reinforced With Polyethylene And Carbon Fibers

In this study the fracture resistance of PMMA reinforced with polyethylene and carbon fiber of various weights were investigated and compared. Samples at 60x10x3 mm. has been prepared and three point bending test were applied to all the test groups and the fracture strength were statistically analyzed by using Student t test. The results showed that samples reinforced with polyethylene fibers had increased fracture resistance with increasing fiber amount. Whereas increasing the fiber amount in carbon fiber reinforced group, the fracture resistance was not effected with increasing fiber amount.

Key Words : PMMA, polyethylene, carbon fiber.

tekrarlayan eğilmeler sonucu oluşan yorgunluk da nedenler arasında sayılmaktadır (1).

Kopolimerler, çapraz bağlantı ajanları ve hatta daha iyi özellikler kazandırmak için lastik fazı da içeren orjinal materyali düzeltmek üzere yapılan modifikasyonların yanısıra, en ağır strese maruz kalan bölgelerde materyale mak-

* Gazi Üniversitesi Dişhek. Fak. Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Dr. Araş. Gör.

** Gazi Üniversitesi Dişhek. Fak. Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Prof. Dr. Öğr. Üyesi.

*** Ortadoğu Teknik Üniversitesi Metalürji Müh. Bölümü Doç. Dr. Öğr. Üyesi.

simum kütle vererek cam fiber. Al, safir çubuk ilavesi, polikarbonatlar, karbon fiberler ve metal toz ilaveler yapılmaktadır (6, 11, 13, 14, 16).

Literatürde karbon (grafit) fiberlerin protez kaidesini güçlendirdiği (15), transfer kuvvetin (6) esneklik modülünü, kırılma direncini ve yorulma dayancını artırdığı (11) rapor edilmiştir.

Yumuşak, kolay kırılmayan, düşük densiteli, biyolojik uyumlu, kimyasal olarak soy, çözünmeye karşı dirençli (1, 3) polietilen fiberlerin PMMA rezinlerin darbe dayancını, Young's modülünü artırdığı ifade edilmektedir (1, 4).

Bu çalışmada karbon ve polietilen kısa fiberler ile PMMA'ların mekanik performansının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Fiberlerin, PMMA'ların kırılma dayancına olan etkisi ve bu etkinin fiber miktarıyla ilişkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmada akrilik rezin olarak OC-20 (De-Tray, Dentsplay-Eng.) kullanıldı. Karbon ve polietilen fiberler 4 mm. uzunlukta kesildi, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 gr. ağırlıklarda hazırlandı. Hazırlanan fiberler standart olarak 15 gr. PMMA tozu içine katılarak akrilik malzeme oluşturuldu.

Yapımcı firmanın önerisi doğrultusunda 3/1 oranında hazırlanması gereken toz-likit oranında tozun miktarı değişik ağırlıktaki karbon ve polietilen fiber miktarlarına göre belirlendi. Fiberler PMMA tozuna ilave edilmeden önce likite batırıldılar. Daha sonra toz-fiber/likit karışımı fiberli homojen olarak dağıtmak üzere 1 dakika kadar karıştırıldı.

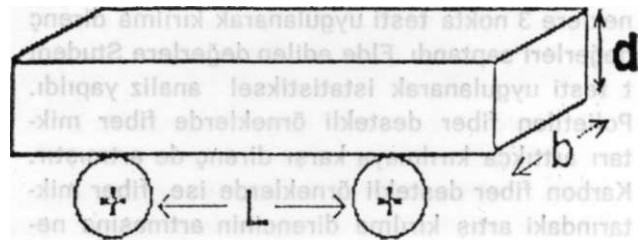
Hazırlanan akrilik hamuru daha önceden muflaya alınmış 60x10x3 mm. boyutundaki mum örneklerin yerine yerleştirildi. Mufla 5 dakika basınç altında tutulduktan sonra açıldı. Akril fazlalıkları alındı. Mufla kapatıldı ve basınç altında su banyosunda su sıcaklığı 8 saat için 70°C ve 2 saat 100°C gerçekleştirildi.

Mufladan alınan örneklerin kalınlıkları kalınlık ölçer ile kontrol edildi ± 0.001 mm.lik

farkla kabul edilen örnekler test öncesi 72 saat suda bekletildi. Polietilen ve karbon fiber grubu olmak üzere toplam 60 deney örneği hazırlandı.

Örneklerin mekanik performansını belirtmek için 3 nokta testi yapıldı (şekil 1). 0.2 mm/dk. eğme hızıyla gerçekleştirilen testler örnekler kırılıncaya kadar sürdürüldü. Her örneğin kırılma yükü ölçüldü. Örneklerin kırılma dayancıları S :

P



Şekil 1. 3 nokta kırılma test düzeneği.

$$S = \frac{3 PL}{2 bd^2} \text{ formülü ile hesaplandı}$$

S = Kırılma dayancı

p = Yük (kırılma yükü)

L = Destekler arası mesafe

b m Örneğin eni

d => Örneğin yüksekliği

Elde edilen kırılma dayancı değerleri Student t testi uygulanarak istatistiksel olarak değerlendirildi.

BULGULAR

Fiber türüne bağlı olmaksızın, fiberlerin matris malzemesinin kırılma dayancını önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır. Fiber içermeyen PMMA örneklerinin üç nokta kırılma dayancı 4.22 kg/mm² iken, fiber içeren PMMA örnekleri için en düşük değer 8 kg/mm² olarak saptanmıştır.

Ortalama kuvvet, standart hata ve sapma, minimum ve maksimum değerler polietilen fiber destekli örnekler için Tablo I'de, karbon fiber destekli örnekler için Tablo II'de gösterilmiştir.

Polietilen ve karbon fiber desteği için $p < 0.05$ seviyesinde önemlilik dereceleri Tablo III'de gösterilmiştir,

Tablo I : Polietilen fiber destekli PMMA örnekler için Student t testi verileri.

	0.05 gr.	0.10 gr.	0.15 gr.	0.20 gr.	0.25 gr.	0.30 gr.
Ortalama	9.772	15.876	14.724	15.161	15.78	17.216
Standart sapma	2.202	2.959	4.076	3.809	3.812	1.354
Standart hata	0.779	1.046	1.441	1.347	1.348	0.479
Değişiklik	4.850	8.755	16.614	14.511	14.533	1.834
Minimum	7.200	12.430	09.350	09.520	10.680	15.340
Maksimum	12.470	21.160	19.300	18.960	21.550	19.220

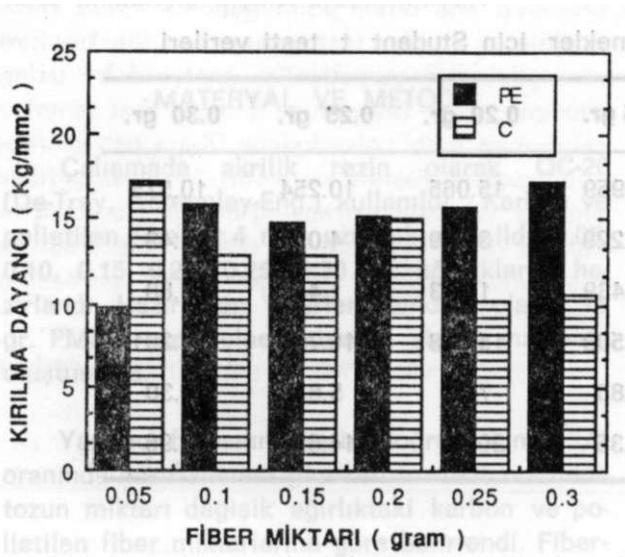
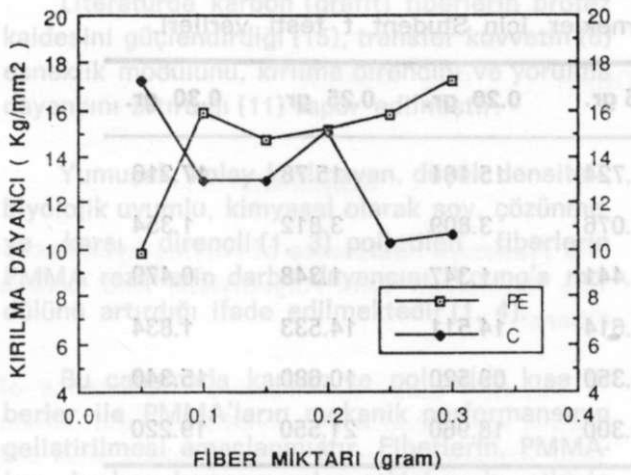
Tablo II : Karbon fiber destekli PMMA örnekler için Student t testi verileri.

	0.05 gr.	0.10 gr.	0.15 gr.	0.20 gr.	0.25 gr.	0.30 gr.
Ortalama	17.216	12.959	12.959	15.065	10.254	10.575
Standart sapma	1.354	1.229	1.229	3.939	4.095	1.49
Standart hata	0.479	0.434	0.439	1.393	1.448	0.88
Değişiklik	9.094	1.509	1.509	15.518	16.768	6.201
Minimum	10.26	10.85	10.85	7.68	5.63	7.30
Maksimum	17.75	14.35	14.35	20.19	14.68	13.96

Tablo III : Polietilen ve karbon fiber desteği için p değerleri.

Polietilen-Karbon (x) (y)	x-y ortalama	t değeri	P değeri
0.05 - 0.05	- 4.37	- 5.414	$p < 0.0005$
0.10 - 0.10	2.918	2.551	$p < 0.025$
0.15 - 0.15	1.765	1.233	$p < 0.375$
0.20 - 0.20	0.096	0.074	$p < 0.4$
0.25 - 0.25	5.526	8.249	$p < 0.0005$
0.30 - 0.30	6.641	8.639	$p < 0.0005$

Tablo I ve II'de sunulan ortalamalara göre değişik ağırlıktaki polietilen ve karbon fiber destekli örnekler için sütun ve çizgisel grafik oluşturuldu (Grafik 1 ve 2).



Her iki grafiğin ve tablo III'ün sonuçlarına göre;

Polietilen fiber destekli örneklerde kırılma dayanımının artması fiber ağırlığı ile doğru orantılıdır. Fiber miktarındaki artma PMMA'ların kırılmaya karşı dirençlerinin artmasına neden olmuştur.

Karbon fiber destekli örneklerde ise, fiber miktarındaki artış kırılmaya karşı direncin artmasına neden olmamıştır. Karbon fiber destekli

grup içinde kırılmaya karşı en fazla direnci 0.05 gr. karbon fiber desteğinin oluşturduğu gözlemlenirken, en az direnci 0.25 ile 0.30 gr. karbon fiber destekli örneklerin gösterdikleri saptanmıştır.

Aynı ağırlıktaki polietilen ve karbon fiber içeren örnekler arasında yapılan kıyaslamada 0.05 gr. polietilen ve karbon içeren örneklerde karbon fiberin kırılmaya karşı daha dirençli oldukları ($P < 0.0005$ seviyesinde), 0.10, 0.15, 0.25 ve 0.30 gr. polietilen ve fiber içeren örneklerde ise polietilen fiberin kırılmaya karşı daha dirençli oldukları, 0.20 gr.lık örneklerde ise kırılma dirençlerinin karbon ve polietilen fiberler için aşağı yukarı aynı oldukları saptanmıştır.

TARTIŞMA

Protez kaide materyali olarak yaygın kullanımına karşın polimetilmetakrilat, darbe dayanma ve yorulma kırılmasına karşı düşük direnç gösterir. Bu mekanik yetersizliğe çözüm olarak değişik fiberlerle rezin kaidenin güçlendirilmesi giderek yoğun ilgi görmektedir. Sürekli paralel, dokuma, kesilmiş formda polietilen fiberler, UHMPE (Ultrahigh Modulus Polietilen), HDLPE (Highly Drawn Linear Polietilen) kullanılmış; yüksek çekme ve basma modüllü rezinler oluşturdukları ifade edilmiştir (8, 9, 10). Ancak sürekli paralel ve dokuma tarzında fiber yerleştirimi oldukça zordur. Dixon ve Breeding (5) fiberlerin sık sık PMMA kaidenin dışına çıktığını ve fiberin tek yönde dağılımının olanaksız olduğunu, akrilik örnek içinde eş dağılım olamayacağını bildirmişlerdir. Bu durumda fiber katılımının basitliği ve kolaylığı tepim işlerini kesintiye uğratmaması, fiber oryantasyonunun zaman alıcı olmaması nedeni ile rastgele yerleştirim yaygın ölçüde kabul edilmiştir (6). Biz de ön çalışmamızda karbon ve polietilen fiberleri akrilik örnekler arasına paralel yerleştirmeye çalıştık, ancak fiberlerin her yerde eşit olarak yer almadığını, model dışına taşma eğiliminde olduklarını gördük. Bu çıkıntılı sonlanmaların intraoral irritasyonlara neden olabileceği (5) bulgusunu da dikkate alarak, fiberleri örnekler arasına taşıyacak tarzda rastgele yerleştirdik. Pişirme son-

rası diğer çalışmalarda da belirtildiği gibi (3, 5, 12, 15) karbon fiberli örnekler oldukça koyu (siyah) renkte oluşurken polietilen fiberli örneklerde görünüm etkilenmedi.

Klinik olarak intraoral kuvvet dağılımını uygun şekilde yansıttığı düşünülen (2) üç nokta testi sonucu, karbon fiberli örneklerde tam ayrılma, polietilen fiberli örneklerde ise koherent ayrılma oluştu. Öyle ki örnekler iki parçaya tamamen ayrılmayıp fiberlerin bir kaç ipliği ile hala tutunur durumdaydı. Bu bulgu diğer çalışma bulguları ile de uyumludur (1, 8, 9).

Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde her iki tip fiber katılımının normal akrilik rezin örneklerine göre kırılma dayancını artırdığı görülmüştür. Karbon fiberli örneklerde bu değer 0.05 gram fiber katılımında maximum iken, polietilen fiberlerde maximum değer 0.3 gramda elde edilmiştir. Sütun ve çizgisel grafikler incelendiğinde katılan fiber ağırlığındaki artış kırılma dayancı değerini karbon fiberli örneklerde ters, polietilen fiberli örneklerde olumlu yönde etkilemiştir.

Tablo I ve II'nin sonuçları değerlendirildiğinde farklı fiber ağırlıkların da elde edilen kırılma dayancı değerlerinin standard sapmalarındaki büyük farklar dikkat çekicidir. Bu, Gutteridge (6, 7) ve Dixon, Breeding (5) inde belirttiği gibi rezin içindeki fiber dağılımından ileri gelebilir. UHMPE kullanarak farklı ağırlıkta fiber katılımının darbe dayancını inceleyen Guterridge(16), çizgisel grafiğimizle uyumlu sonuç elde etmiş düşük fiber seviyesinin düzelme sağlaması nedeniyle % 1'lik fiber desteğinin yeterli olduğunu bildirmiştir.

Fiber ağırlığı arttıkça resine yerleştirme güçlüğü, akrilik hamurun daha gevrek ve kuru yapı kazanması (7) minimum miktarda fiber yerleştirilmesi düşüncesini geçerli kılmaktadır.

Fiber seçiminde karbonun estetik olmayan görünümü ve biyolojik uyumdaki potansiyel dezavantajı dikkate alındığında polietilen fiber katılımı üstünlük arzeder.

SONUÇ

- 1) Polietilen fiber ağırlığındaki artış PMMA'ların kırılmaya karşı dirençlerinin artmasına neden olmaktadır.
- 2) Karbon fiber içerikli akrilik resinlerde kırılma dayanımının fiber miktarı ile azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır.
- 3) Fiber miktarının 0.05 gram olduğu durum dışında aynı fiber ağırlıkları için polietilen katkısı karbon fibere oranla daha yüksektir.

KAYNAKLAR

1. Braden M., Davy K.W.M., Parker S., Ladizesky N.H., Ward M.I. : Denture base poly (methyl methacrylate) reinforced with ultra-high modulus polyethylene fibres. Br. Dent. J. , 164 109-113, 1988.
2. Chitchumnong P., Brooks S.C., Stafford D. : Comparison of three and four-point flexural strength testing of denture-base polymers, Dent. Mater., 5 : 2-5, 1989.
3. Clarke D.A., Ladizesky N.H., Chow T.W. : Acrylic resins reinforced with highly drawn linear polyethylene woven fibres. I. Construction of upper denture bases, Aust. Dent. J. , 37 (5) : 394-399, 1992.
4. Chow T.W., Ladizesky N.H., Clarke D.A. : Acrylic resins reinforced with highly drawn linear polyethylene fibres. 2. Water sorption and clinical trials, Aust. Dent. J. , 37 (6) 433-438, 1992.
5. Dixon D.L., Breeding L.C. : The transverse strengths of three denture base resins reinforced with polyethylene fibres, J. Prosthet. Dent, 67: 417-419, 1992.
6. Gutteridge D.L. : Reinforcement of poly (methyl methacrylate) with ultra-high-modulus polyethylene fibre, J. Dent., 20 : 50-54, 1992.
7. Gutteridge D.L. : The effect of including ultra-high-modulus polyethylene fibre on the impact strength of acrylic resin. Br. Dent. J. , 164 : 177-180, 1988.
8. Ladizesky N.H., Pang M.K., Chow T.W., Ward M.T. : Acrylic resins reinforced with woven highly drawn linear polyethylene fibres. 3. Mechanical properties and further aspects of denture construction, Aust. Dent. J. , 38 (1) : 28-38, 1993.

9. Ladizesky N.H., Ho C.F., Chow T.W.: Reinforcement of complete denture bases with continuous high performance polyethylene fibers, *J. Prosthet. Dent.*, 68 : 934-939, 1992.
10. Ladizesky N.H., Chow T.VV.: The effect of interface adhesion, water immersion and anatomical notches on the mechanical properties of denture base resins reinforced with continuous high performance polyethylene fibres, *Aust. Dent. J.*, 37 (4) : 277-289, 1992.
11. Larson, W.R., Dixon, D.L., Aquilino, S.A., Clancy, J.M.S. : The effect of carbon graphite fiber reinforcement on the strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J. Prosthet. Dent.*, 66 : 816-820, 1991.
12. Powell B.D., nicolls, J.I., Youdelis R.A., Strygler H.: A comparison of wire -and kelvar- reinforced provisional restorations, *Int. J. Prosthodont.*, 7: 81-89, 1994.
13. Sehajpal, S.B., Sood, V.K. : Effect of metal fillers on some physical properties of acrylic resin, *J. Prosthet. Dent.*, 61 : 746-751, 1989.
14. Solnit, G.S.: The effect of methylmetacrylate reinforcement with silanetreated and untreated glass fibers. *J. Prosthet. Dent.*, 66: 310-314, 1991.
15. Vallittu, P.K., Lassila, V.P.: Reinforcement of acrylic resin denture base material with metal or fibre strengtheners, *J. Oral Rehabil.*, 19 : 225-230, 1992.
16. Yazdanie, N., Mahood, M.: Carbon fiber acrylic resin composite : An investigation of transvers strength, *J. Prosthet. Dent.*, 54 : 543-547, 1985.