

## FARKLI IŞIK MESAFELERİNİN KOMPOZİTLERİN MİKROSERTLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ THE EFFECT OF DIFFERENT LIGHT DISTANCES ON THE MICROHARDNESS OF COMPOSITES

**Melek Hilal KAPLAN**

ORCID: 0000-0002-8122-7949

**Cihan HASÇİZMECİ**

ORCID: 0000-0001-6468-6804

### ÖZET

**Giriş Ve Amaç:** Hem adeziv sistemin hem de kompozit materyalin uzun süreli klinik başarısı için etkin polimerizasyonun gerekli olduğu bilinmektedir. Kompozit rezinlerin rengi, tabakalama kalınlığı, doldurucu partikül boyutunun dağılımı, ışık kaynak yoğunluğu gibi birçok faktör polimerizasyonu etkiler. Polimerizasyon verimliliğini etkileyen ana faktörlerden biri de, kullanılan ışık kaynağıdır. Bu çalışmanın amacı, farklı ışıkla sertleşme mesafelerinin beş farklı kompozit rezinin yüzey sertliği üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

**Yöntem:** Bu çalışmada, Filtek Z 250 (3M, ESPE), Estelite Sigma Quick (Tokuyama), Herculite XRV (Kerr), Zenit (President Dental), Quadrant Universal LC (Cavex) olmak üzere beş farklı kompozit rezin materyali kullanılmıştır. Örnekler polimerizasyon için ışık cihazının rezinden uzaklığına göre (0mm, 3mm, 6mm) 3 alt gruba ayrılmıştır. Her grup için 5, toplamda 75 örnek hazırlanmıştır. Kullanılan beş kompozit rezin de A2 renginde seçilmiştir. Test edilecek örneklerin hazırlanabilmesi için 2 mm yüksekliğinde ve 5 mm çapındaki silikon kalıplar içerisine materyaller yerleştirilmiştir. Işık kaynağının ucu kompozit rezin yüzeyi ile dik açı oluşturacak şekilde belirtilen mesafelerde tutularak polimerizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen örneklerin yüzey sertliği Vicker's sertlik ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılığı belirlemek için Tukey HSD ikili karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır ( $p < 0,01$ ).

**Bulgular:** İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, Zenith'in sertlik değeri diğer kompozitlere oranla anlamlı derecede yüksek iken diğerleri arasında fark çıkmamıştır. En yüksek Vickers sertlik değeri Zenith, en düşük Vickers sertlik değeri Tokuyama kompozite aittir. Işık kaynağı ucu ile kompozit arasındaki mesafe incelendiğinde, kompozitlerin sertlik dereceleri üzerinde istatistiksel olarak fark çıkmamıştır.

**Sonuç:** Bu çalışma, ışık cihazının ucu ile kompozit yüzeyi arasındaki 6 mm'e kadar olan mesafenin kompozit sertlik değerini etkilemediğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** yüzey sertliği, ışık mesafesi, kompozit

### GİRİŞ

Estetik görünümündeki, fiziksel ve mekanik özelliklerindeki gelişmeler nedeniyle rezin restorasyonların kullanımı dünya çapında oldukça yaygındır (1). Resin esaslı kompozitler, birçok ticari ürünün varlığı ile restoratif materyaller, kavite astarları, yapıştırma simanları gibi geniş kullanım alanlarına sahiptir (2-4). Anterior ve posterior restorasyonlar için çok çeşitli resin kompozitler de mevcuttur. Bunun nedeni organik ve inorganik bileşenlerin çeşitliliğidir ve bu çeşitlilik klinik kullanımlarını ve performanslarını etkiler (1).

Resin kompozitlerin ana bileşimi, bir organik polimerik matris, inorganik dolgu maddeleri ve ilk iki bileşeni birbirine bağlayan bir silan birleştirme ajanından oluşur (5). Resin kompozitlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin ve estetik görünümünün, bileşimlerinden ve mikro yapılarından etkilendiği gösterilmiştir (6).

Resin kompozit materyalin fiziksel ve mekanik olarak yeterli dayanıklılıkta olması ve uzun süreli klinik başarısı için etkin polimerizasyonun gerekli olduğu bilinmektedir (7). Kaviteye yerleştirme esnasında uygulanan tabakalama kalınlığı, doldurucu partikül boyutu, tipi ve kompozit içerisindeki dağılımı, ışık kaynağının tipi, yoğunluğu, kompozitin rengi gibi pek çok faktör polimerizasyonu etkiler (8,9). Kompozit materyal, yeterince polimerize olmadığında bir süre sonra mikrosızıntı, sekonder çürük, pulpa iltihabı, fazla su emme, renklenme, kırılma direncinin azalması, yüzey sertliğinin azalması, aşınmanın artması, restorasyon kaybı gibi komplikasyonlar meydana gelebilir. (10-14).

Polimerizasyon verimliliğini etkileyen ana faktörlerden biri, kullanılan ışıkla sertleştirme üniteleridir. Işık kaynağı ile kompozit resin arasındaki mesafe (15), ışığa maruz kalma süresi ve ışık uçlarının kirli olması

(16), dalga boyu (17), ışık ucu boyutu, kullanılan ışık kaynağı, güç yoğunluğu (18), rezin kompozitin polimerizasyonuna müdahale eden ek faktörlerdir (19,20).

Kompozit rezinin polimerizasyon etkinliği çeşitli yollarla değerlendirilebilir. Kompozit rezinlerin mekanik özellikleri, rezin matriksinin dönüşüm derecesine bağlıdır. Artan sertlik ve artan dönüşüm derecesi arasında pozitif bir ilişki olduğu gösterilmiştir (21). Dönüşüm oranının belirlenmesi amacıyla İnfrared spektroskopi ve lazer Raman spektroskopisi, termal analizler ve gaz kromatografisi gibi yöntemler kullanılabilir. Polimerizasyon etkinliğini belirlemek için kullanılan yöntemlerden biri de sertlik ölçümleridir, deformasyon veya kırılmalara direnç olarak tanımlanır (22-24) .

Bu çalışmanın amacı, farklı ışıkla sertleşme mesafelerinin, farklı içerikteki beş farklı kompozit rezinin yüzey sertliği üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

## MATERYAL METOD

Bu çalışmada, Filtek Z 250 (3M, ESPE), Estelite Sigma Quick (Tokuyama), Herculite XRV (Kerr), Zenit (President Dental), Quadrant Universal LC (Cavex) olmak üzere beş farklı kompozit rezin materyali kullanıldı. Standardizasyonu sağlamak için her kompozit A2 rengine kullanıldı. Test edilen örneklerin hazırlanabilmesi için 2mm yüksekliğinde 5 mm çapında silikon kalıplar kullanıldı. Kompozit grupları kendi içinde ışık cihazının rezinden uzaklığına göre ( 0 mm (yüzey ile temas), 3 mm, 6 mm) 3 alt gruba ayrıldı. Her bir grup için 5 olmak üzere, toplamda 75 örnek hazırlandı.

Örnekler kalıplara yerleştirildikten sonra düz bir yüzey elde edilebilmesi için şeffaf bant ve iki cam tabaka arasında sıkıştırıldı, üst yüzeydeki cam uzaklaştırılırken şeffaf bant oksijenle teması engellemek için bırakıldı. Polimerizasyon işlemi, 0 mm grubu için kompozit rezin materyaline şeffaf bant üzerinden dik olacak şekilde temas ederek üretici firmanın talimatı doğrultusunda 20 sn ışık tutularak (Woodpecker LED C) gerçekleştirildi. 3 mm ve 6 mm gruplarında standardizasyonu sağlamak için 3 mm ve 6 mm yüksekliğe sahip silikon halkalar kullanıldı. polimerizasyondan önce silikon halkalar örnekler üzerinde sabitlendi ve polimerizasyon işlemi tamamlandı.

Polimerize edilen örnekler kalıplardan çıkarıldıktan sonra 37°C'de karanlıkta 24 saat distile suda saklandı. Vickers Sertlik Değerleri (VHN), 10 saniye boyunca uygulanan 50 g yük ile otomatik bir prosedürde bir mikrosertlik test cihazı (Future-Tech FM-700) kullanılarak numunelerin üst yüzeyinden üç farklı noktadan ölçüldü. Bu değerlerin ortalamaları alınarak her bir örnek için sertlik değerleri belirlendi. Elde edilen yüzey sertlik değerleri tek yönlü varyans analizi ile hesaplandı, istatistiksel farklılığın hangi gruplar arasında olduğu Tukey's HSD testi ile hesaplandı. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,01$  olarak belirlendi.

## BULGULAR

Işık kaynağı ucu-dolgu arası mesafe üç farklı grupta (0 mm, 3 mm ve 6 mm) incelendiğinde kompozit grupların hiçbirinde yüzey sertlik değerleri arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı (Tablo 1).

sertlik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1572,272	2	786,136	1,965	,148
Within Groups	28809,513	72	400,132		
Total	30381,785	74			

**Tablo 1: ışık mesafesinin kompozitlerin sertliği üzerine etkisinin tek yönlü varyans analizi ile kıyaslandığında anlamlı fark bulunmamıştır.**

Elde edilen sertlik değerleri kompozit gruplarının sertlik değerlerini incelemek için, tek yönlü varyans analizi yapıldı ve kompozit grupları arasında anlamlı fark saptandı (Tablo 2).

**Tablo 2**  
sertlik

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5916,912	4	1479,228	4,232	,004
Within Groups	24464,873	70	349,498		
Total	30381,785	74			

**Tablo 2: Kompozit gruplarının sertlik değerleri arasında tek yönlü varyans analizi sonucunda anlamlı fark bulunmuştur.**

İstatistiksel farklılığın hangi grupta olduğunu belirlemek için Tukey's HSD testi yapıldı. Bu analize göre en yüksek sertlik değerinin Zenit'e ait olduğu saptandı (Tablo 3). Diğer kompozitler arasında anlamlı fark çıkmadı (Tablo 3).

**Tablo 3**

Dependent Variable: sertlik

	(I) kompozit	(J) kompozit	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	3M	Tokuyama	8,28333	6,82640	,744	-10,8316	27,3983
		Kerr	4,38333	6,82640	,968	-14,7316	23,4983
		Cavex	2,10333	6,82640	,998	-17,0116	21,2183
		Zenith	-17,42467	6,82640	,091	-36,5396	1,6903
	Tokuyama	3M	-8,28333	6,82640	,744	-27,3983	10,8316
		Kerr	-3,90000	6,82640	,979	-23,0150	15,2150
		Cavex	-6,18000	6,82640	,894	-25,2950	12,9350
		Zenith	-25,70800*	6,82640	,003	-44,8230	-6,5930
	Kerr	3M	-4,38333	6,82640	,968	-23,4983	14,7316
		Tokuyama	3,90000	6,82640	,979	-15,2150	23,0150
		Cavex	-2,28000	6,82640	,997	-21,3950	16,8350
		Zenith	-21,80800*	6,82640	,017	-40,9230	-2,6930
	Cavex	3M	-2,10333	6,82640	,998	-21,2183	17,0116
		Tokuyama	6,18000	6,82640	,894	-12,9350	25,2950
		Kerr	2,28000	6,82640	,997	-16,8350	21,3950
		Zenith	-19,52800*	6,82640	,043	-38,6430	-,4130
Zenith	3M	17,42467	6,82640	,091	-1,6903	36,5396	
	Tokuyama	25,70800*	6,82640	,003	6,5930	44,8230	
	Kerr	21,80800*	6,82640	,017	2,6930	40,9230	
	Cavex	19,52800*	6,82640	,043	,4130	38,6430	

\*. The mean difference is significant at the 0.01 level.

## TARTIŞMA

Sertlik testlerinin, kompozit rezinin dönüşüm derecesi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (21, 25). Bu sebeple yüzey sertlik testleri, dönüşüm derecesini etkileyen faktörleri araştırmak için kullanılan en yaygın yöntemlerdendir (26).

Bu araştırma, resin kompozit ile ışıkla sertleşen uç arasındaki mesafenin, kompozit yüzeylerinin mikrosertliği üzerindeki etkisini değerlendirdi. Sonuçlar, ışık mesafesinin üst yüzey sertliği için istatistiksel

bir farklılık olmadığını gösterdi. Bununla birlikte kompozitler arasında seramik içerikli kompozitin yüzey sertliği diğerlerine göre anlamlı derecede yüksek değer gösterdi.

Rode ve ark. çalışmalarında 0 mm ve 3 mm'lik mesafelerin 2 mm kalınlığa kadar istatistiksel olarak farklılık göstermediğini göstermişlerdir. Ancak aynı çalışmada 6 mm ve 9 mm'lik mesafelerde aynı kalınlıkta düşük sertlik değerleri izlenmiştir (28).

Pablo F. Abate ve diğerlerinin yaptığı bir çalışmada 0 mm 5mm 10mm ve 15 mm mesafenin sertlik üzerine etkisi değerlendirilmiş ve mesafeler arasında bir fark bulunamamıştır (29).

Aguiar ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, ışık mesafesinin 2 mm ve 4 mm ışık ucu kılavuz mesafelerinin önemli farklılıklar göstermediğini, ancak her iki mesafenin de 8 mm ışık ucu mesafesinden istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermiştir (30). Bu çalışmanın sonucunda da buna paralel olarak 6 mm ye kadar olan mesafe sertliği etkilememiştir.

Bununla birlikte, rezin materyal ve ışık ucu arasındaki mesafe arttıkça yüzey sertliğinin azaldığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (31-33).

Işık kaynağının ucu ile rezin yüzeyi arasında önerilen klinik mesafe 1 mm'dir, ancak bu, örneğin proksimal kutuların derin Sınıf II dişeti duvarlarında olduğu gibi her zaman mümkün değildir. Bu klinik durumlarda, şeffaf matris şeritleri, daha ince tabakalamalar, daha uzun süre ışık uygulama ve daha yüksek ışık yoğunlukları gibi bu artımların yeterli polimerizasyonuna katkı sağlayan diğer kaynakları kullanılmalıdır (27).

Kompozit rezinlerin içeriği, doldurucu tipi ve boyutu, kompozit rezin içerisindeki dağılımı, yüzey sertliğini etkilemektedir (9). Gladys ve ark. yaptıkları bir araştırmada doldurucu içeriklerinin materyalin sertliği, elastiklik modülü ve kırılma dayanımı ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (34). Bu çalışmanın sonucunda farklı içerikte kompozitler değerlendirilmiş, seramik içerikli kompozitin sertliği anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur.

## SONUÇ

Test edilen koşullar altında, farklı içerikteki kompozitlerin yüzey sertliğini, 6 mm ye kadar olan ışık ucu ile materyal arasındaki mesafenin etkilemediği görüldü. Ancak yine de Class II gibi mesafenin fazla olacağı derin kavitelerde yeterli polimerizasyonu sağlayan diğer yöntemler de kullanılmalıdır.

## KAYNAKÇA

1. Moraes RR, Goncalves Lde S, Lancellotti AC, Consani S, Correr-Sobrinho L, & Sinhoreti MA. Nanohybrid resin composites: Nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins? *Operative Dentistry*. 2009,34(5)551-557.
2. Ferracane JL. Resin composite—State of the art *Dental Materials*. 2011,27(1)29-38
3. Curtis AR, Palin WM, Fleming GJ, Shortall AC, & Marquis PM. The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: The impact of dry and wet cyclic pre-loading on bi-axial flexure strength. *Dental Materials*. 2009,25(2)188-197.
4. Lu H, Roeder LB, Lei L, & Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2005,17(2)102-108;discussion 109.
5. Rawls HR, & Esquivel-Upshaw JF. Restorative resinsIn: Anusavice KJ(ed)Phillips' Science of Dental Materials. 2003, 399-437.
6. Rodrigues Junior SA, Zanchi CH, Carvalho RV, & Demarco FF. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. *Brazilian Oral Research*. 2007, 21(1)16-21.
7. Aguiar FH, Lazzari CR, Lima DA, Ambrosano GM, Lovadino JR. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. *Braz Oral Res*. 2005,19:302-6
8. Chang HS, Kim JW. Early hardness and shear bond strength of dual-cure resin cement light cured through resin overlays with different dentin-layer thicknesses. *Oper Dent*. 2014,39:398-406.
9. Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW, Jr, Davis HC. Factors affecting cure at depths within light-activated resin composites. *Am J Dent*. 1993,6:91-5.
10. Craig RG, Ward ML. *Restorative Dental Materials*. 10 ed. St. Louis: CV Mosby; 1997, 56-103.
11. Martin N, Jedyakiewicz N. Measurement of water sorption in dental composites. *Biomaterials*. 1998,19:77-83.

12. Mills RW, Uhl A, Blackwell GB, Jandt KD. High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. *Biomaterials*. 2002,23:2955-63.
13. Price RB, Ehrnford L, Andreou P, Felix CA. Comparison of quartztungsten-halogen, lightemitting diode and plasma arc curing lights. *J Adhes Dent*. 2003,5:193-207.
14. Tanoue N, Matsumura H, Atsuda M. Properties of four composite veneering materials polymerized with different laboratory photocuring units. *J Oral Rehabil*. 1998,25:358-64.
15. Felix CA, Price RB. The effect of distance from light source on light intensity from curing lights. *J Adhes Dent* 2003,5:283-91.
16. Warren DP, Rice HC, Powers JM. Intensity of curing lights affected by barriers. *J Dent Hyg* 2000,74:20-3.
17. AlQahtani MQ, Michaud PL, Sullivan B, Labrie D, AlShaafi MM, Price RB. Effect of high irradiance on depth of cure of a conventional and a bulk fill resin-based composite. *Oper Dent*. 2015,40:662-72.
18. Galvão MR, Caldas SG, Bagnato VS, de Souza Rastelli AN, de Andrade MF. Evaluation of degree of conversion and hardness of dental composites photo-activated with different light guide tips. *Eur J Dent*. 2013,7:86-93.
19. Aguiar FH, Lazzari CR, Lima DA, Ambrosano GM, Lovadino JR. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. *Braz Oral Res* 2005,19:302-6.
20. Rode KM, Kawano Y, Turbino ML. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. *Oper Dent* 2007,32:571-8
21. Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater* 1985,1:11-4.
22. Anusavice KJ. Physical properties of dental materials. In: Anusavice K, Shen C, Rawls HR, editors. *Phillips' science of dental materials*. 12th ed. St. Louis, MO: Saunders Elsevier Inc., 2013, 63-4.
23. Mousavinasab SM, Meyers I. Comparison of depth of cure, hardness and heat generation of LED and high intensity QTH light sources. *Eur J Dent* 2011,5:299-304.
24. Galvao MR, Caldas SG, Bagnato VS, Rastelli AN, Andrade MF. Evaluation of degree of conversion and hardness of dental composites photoactivated with different light guide tips. *Eur J Dent* 2013,7:86-93.
25. Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res*. 1986,20:121-131.
26. Shortall AC, Wilson HJ, Harrington E. Depth of cure of radiation-activated composite restoratives – Influence of shade and opacity. *J Oral Rehabil*. 1995,22:337-342.
27. Pires JAF, Cvitzo E, Denehy GE, Swift E., Jr. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int*. 1993,24:517-521.
28. KM Rode • Y Kawano • ML Turbino, Evaluation of Curing Light Distance on Resin Composite Microhardness and Polymerization, *Operative Dentistry*, 2007, 32-6, 571-578.
29. P F Abate, V N Zahra, R L Macchi, Effect of photopolymerization variables on composite hardness, *J Prosthet Dent*. 2001,86(6):632-5
30. Flávio Henrique Baggio Aguiar, Carolina Rodrigues Lazzari, Débora Alves Nunes Leite Lima, Gláucia Maria Bovi Ambrosano, José Roberto Lovadino. Effect of light curing tip distance and resin shade on microhardness of a hybrid resin composite. *Braz Oral Res*. 2005,19(4):302-6
31. Correr Sobrinho L, Lima AA, Consani S, Sinhorette MAC & Knowles JC. Influence of curing tip distance on composite Knoop Hardness Values. *Brazilian Dental Journal*. 2000,11(1) 11-7.
32. Pires JAF, Cvitzo E, Denehy GE & Swift EJ Jr. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence International*. 1993, 24(7) 517-521.
33. Meyer G, Ernst CP & Willershausen B. Decrease in power output of new light-emitting diode (LED) curing devices with increasing distance to filling surface. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2002, 4(3) 197-204.
34. Gladys S, Van MB, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res* 1997,76: 883-94.