

Endodontik Giriş Kavitesi Şeklinin ve Akışkan Kompozit Uygulamasının Dişlerin Kırılma Dayanımı Üzerine Etkisi

The Effect of Endodontic Access Cavity Shape and Application of Flowable Composite on Fracture Strength of Teeth

Şebnem EROL ARIKAN^a, A. Cemal TINAZ^b, Z. Gonca BEK KÜRKLÜ^c

^aEtimesgut Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Ankara, TÜRKİYE

^bGazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti ABD, Ankara, TÜRKİYE

^cÇukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Adana, TÜRKİYE

Bu çalışma, Türk Endodonti Derneği 5. Bilimsel Sempozyumu (1-4 Haziran 2013, Yunanistan)'nda sözlü olarak sunulmuştur.

ÖZET Amaç: Çalışmanın amacı, azı dişlerinde oblik sırt korunarak açılan endodontik giriş kavitesinin ve akışkan kompozit kullanımının kırılma dayanımına etkisinin araştırılmasıdır. **Gereç ve Yöntemler:** Yüz on üst 1. büyük azı dişi 5 gruba ayrıldı. Grup 1 oblik sırtın korunduğu ve kaide olarak akışkan kompozitin (Filtek Supreme XT Flow; 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) uygulandığı dişler. Grup 2 oblik sırtın korunduğu ve akışkan kompozitin uygulanmadığı dişler. Grup 3 oblik sırtın kaldırıldığı ve akışkan kompozitin uygulandığı dişler. Grup 4 oblik sırtın kaldırıldığı ve akışkan kompozitin uygulanmadığı dişler. Grup 5 prepare edilmemiş dişler. Tüm dişlerin restorasyonları universal bir kompozit rezin ile tamamlandı. Maksimum kırılma dayanımları tek yönlü ANOVA ve Bonferroni testleri kullanılarak analiz edildi. Sonlu elemanlar stres analizi (SESA) için bilgisayar ortamında modeller oluşturuldu. **Bulgular:** En yüksek kırılma dayanımı hiçbir işlem uygulanmayan sağlam diş grubundadır (Grup 5). Grup 5, 1 ve 3 arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Akışkan kompozitin kullanılmadığı grupların kırılma dayanımı (grup 2 ve grup 4) akışkan kompozitin kullanıldığı gruplara (grup 1 ve grup 3) göre istatistiksel olarak anlamlı düşük bulunmuştur ($p<0,001$). SESA'da, grup 4 hariç grupların benzer stres dağılımı gösterdiği gözlemlendi. Grup 4'te stresin furkasyon bölgesine doğru yayılım gösterdiği gözlemlendi. **Sonuç:** Akışkan kompozit kullanımı ve oblik sırtın korunması dişlerin dayanımını artırmaktadır.

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to evaluate the effect of endodontic access cavity preparations by preventing oblique ridge and application of flowable composite on fracture strength in molar teeth. **Material and Methods:** 110 maxillary first molars were divided into five groups. Teeth in which Group 1 oblique ridge is protected and flowable composite (Filtek Supreme XT Flow; 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) is applied as liner. Teeth in which Group 2 oblique ridge is protected and flowable composite is not applied. Teeth in which group 3 oblique ridge is protected and flowable composite is applied. Teeth in which Group 4 oblique ridge is protected and flowable composite is not applied. Group 5 were unprepared teeth. The restoration was then completed with a universal composite resin. The samples were tested using a universal testing machine. Peak loads analyzed using one-way ANOVA and Bonferroni tests. Finite element analyses (FEA) models were created in a computer. **Results:** The highest fracture strength is in the intact tooth group (Group 5). There was no statistical difference between groups 5, 1 and 3 ($p>0.05$). The fracture strength of the groups which no flowable composite was used (group 2 and group 4) was found significantly lower than the groups which the flowable composite (group 1 and group 3) was used ($p<0.001$). In FEA, it was observed that the groups showed similar stress distribution except in Group 4. In group 4 the stress spread towards the furcation region. **Conclusion:** The application of flowable composites and protection of the oblique ridge increases the fracture strength.

Anahtar Kelimeler: Kavite kaplayıcıları; kavite preparasyonları; kırılma dayanımı

Keywords: Cavity liners; cavity preparations; fracture strength

Dişlerin kırılma direnci; çürük, geniş preparasyonlar, travma, yaşlanma, malokluzyon, kazalar, erozyon, abrazyon, abfraksiyon nedeniyle servikal diş

yapısının kaybedildiği durumlarda azalabilir.^{1,2} Endodontik olarak tedavi edilen dişlerde, konservatif olmayan endodontik giriş kavitesi ve kök kanal

Correspondence: Z. Gonca BEK KÜRKLÜ

Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Adana, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: goncabek@myynet.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 07 Apr 2020

Received in revised form: 31 Aug 2020

Accepted: 21 Sep 2020

Available online: 04 Feb 2021

2146-8966 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

preparasyonu sırasında oluşan dentin kaybının dişlerin kırılma olasılığını artırdığı ileri sürülmüştür.³⁻⁷ Kavite preparasyonu boyutlarının ve kaldırılan dentin miktarının, dişin sertliğinde ve kırılma direncinde önemli bir azalmaya neden olduğu gösterilmiştir.^{8,9}

Başarılı bir kök kanal tedavisinde, kök kanallarının sızdırmaz bir şekilde doldurulmasını takiben dişlerin restorasyon ile desteklenmesi önemli bir basamaktır.¹⁰ Potashnick ve ark., endodontik tedavi görmüş dişlerin, endodontik başarısızlıktan çok uygun yapılmayan restorasyonlar sonucu oluşan kırık nedeniyle kaybedildiğini bildirmişlerdir.¹¹

Stres emici bir tabaka oluşturmak için akışkan kompozitler gibi düşük viskoziteli, düşük elastik modüllü ve yüksek ıslatabilirliği olan bir materyalin universal kompozit rezin altına yerleştirilmesi önerilmiştir.¹² Kompozit rezinlerin altına kaide olarak yerleştirilen akışkan kompozit, restorasyonun polimerizasyonu sırasında rezin kompozitinin polimerizasyon büzülmesini dengeler, diş üzerindeki çiğneme kuvvetlerinin neden olduğu gerilmeyi telafi edebilir.^{13,14}

Sonlu elemanlar stres analiz (SESA) yöntemi, analiz edilecek canlı ya da cansız yapıların matematiksel olarak ifade edilerek modellendiği bir analiz çeşididir. SESA, yapının geometrisini; çekme, sıkıştırma, makaslama gibi statik ve dinamik yükleme koşulları altında dokunun davranışını taklit eder.

Bu çalışmanın sıfır hipotezi, üst 1. büyük azı dişlerinde açılan giriş kavitesinin şeklinin ve akışkan kompozit kullanımının kanal tedavisi sonrası dişlerin kırılma direnci üzerine etkisi olmadığı varsayımına dayanır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma protokolü, Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'nin ilgili yönergelerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir ve Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 03.04.2014 tarihli 36290600/63 sayılı raporu ile onaylanmıştır.

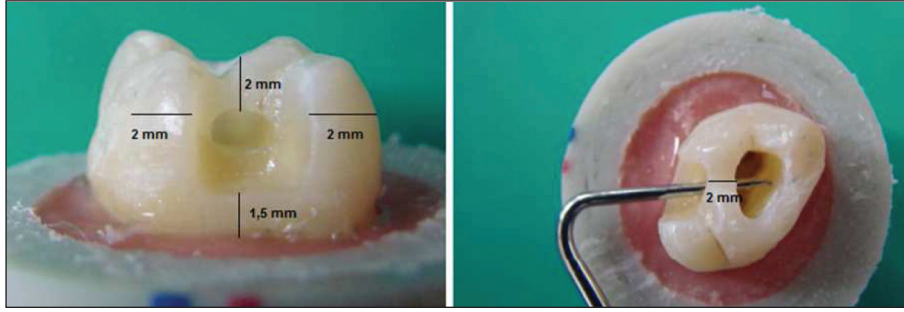
Çalışmamız in vitro olarak, 2 aşamada tamamlandı. Birinci aşamada; universal test cihazında kırılma dayanımı testi, 2. aşamada ise SESA uygulandı. Çalışmamızda, periodontal yıkım nedeniyle çekilmiş,

çürüksüz üst 1. büyük azı dişi kullanıldı. Dişlerin seçiminde; kök ya da kron çürüğü olmaması, restorasyonlu olmaması, kırık ve çatlak içermemesi, internal ya da eksternal rezorbsiyon olmaması, kök uçlarının kapanmış olması, benzer okluzal anatomiye ve boyuta sahip olmaları göz önünde bulunduruldu. Dişler kullanma zamanına kadar oda sıcaklığında distile su içerisinde bekletildi. Bu özelliklere uyan 110 diş çalmaya dâhil edildi.

Yirmi iki diş, negatif kontrol grubu olarak ayrıldı. Diğer 88 dişe, ISO 12 numaralı elmas fissür frez ile hızlı dönen aeratör kullanılarak su soğutması altında standart endodontik giriş kavitesi açıldı. Kavite açılan tüm dişler kendi aralarında rastgele 4 gruba ayrıldı (Tablo 1). Dişlere, distal yüzeylerinde çürük olduğu varsayılarak standart kavite preparasyonu yapıldı. Oblik sırtın kaldırıldığı dişlerde giriş kavitesi distaldeki kavite ile birleştirildi. Distal kavitede basamak mine-sement birleşiminden 1,5 mm okluzalde konumlandırıldı. Distal kavitenin bukkal ve lingualinde kalan mine-dentin kalınlıkları kumpasla ölçüldü ve 2 mm olarak sabitlendi. İkinci grupta distal kavite açılırken oblik sırt korundu. Oblik sırt boyutları meziodistal yönde 2 mm, okluzo-servikal yönde 2 mm olarak sabitlendi. Distal basamak mine-sement birleşiminden 1,5 mm okluzalde konumlandırıldı (Resim 1). Her kanalda, 10 numaralı K tipi eğe apekten görüncüye kadar ilerletildi ve çalışma uzunluğu bu uzunluktan 1 mm kısa olarak belirlendi. Tüm dişlerin kök kanalları K tipi 40 numaralı eğeye kadar standartize genişletme tekniği kullanılarak genişletildi. Genişletme esnasında irrigasyon solüsyonu olarak 6 mL salin kullanıldı.

TABLO 1: Deney grupları.

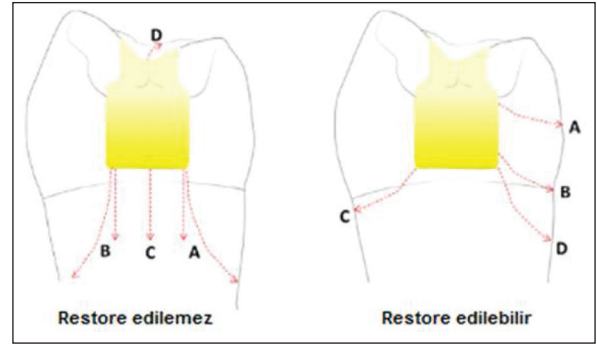
	Gruplar	Diş sayısı	İşlem
Oblik sırtın korunduğu gruplar	1	20	Oblik sırt + Akışkan kompozit +
	2	20	Oblik sırt + Akışkan kompozit -
Oblik sırtın kaldırıldığı gruplar	3	20	Oblik sırt - Akışkan kompozit+
	4	20	Oblik sırt - Akışkan kompozit -
Negatif kontrol	5	20	Hiçbir işlem yapılmamıştır



RESİM 1: Oblik sırtın korunduğu modifiye giriş kavitesi.

Kanallar, rezin esaslı bir dolgu patı olan AH plus (Dentsply, Konstanz, Almanya) ve güta-perka (Diadent, Seoul, Kore) kullanılarak, lateral kondenzasyon yöntemi ile dolduruldu. Çalışmada kullanılacak tüm dişler, dişlerin kökleri mine-sement bileşiminden 2 mm mesafe bırakılarak, otopolimerizan akrilik rezin (Imicryl Ltd. Şti., Konya, Türkiye) ile teflon kalıplara gömüldü. Mine ve dentin yüzeylerine 15 sn %37'lik fosforik asit uygulandı. Dişler 15 sn su ile yıkandı ve hava su spreyi ile hafifçe kurutuldu. Asitlenmiş mine ve dentin yüzeylerine Single Bond 2 (3M ESPE, St.Paul, MN, ABD) uygulandı. Bond üzerine 10 sn LED ışık cihazı ile ışık uygulandı (Elipar S10, 3M ESPE, St. Paul, MN, ABD). Grup 1 ve 3'teki dişlere, pupla odası, kavite tabanı ve distal basamak üzerine 1 mm olmak üzere akışkan kompozit yerleştirildi (Filtek Supreme XT Flow; 3M ESPE, St.Paul, MN, ABD) ve üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde 20 sn ışık uygulandı. Daha sonra dişlerin restorasyonları 2 mm vertikal tabakalama tekniğiyle Filtek Z250 kompozit rezin (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ve her tabakaya 20 sn ışık uygulamasıyla ile tamamlandı. Restorasyonların bitirme ve parlatma işlemleri cilalama diskleri (OptiDisk, Kerr, Bioggio, İsviçre) ve fırçaları (Occlubrush, Kerr, Bioggio, İsviçre) ile tamamlandı. Kırılma testleri öncesinde dişler 37°C' de 7 gün distile su içinde bekletildi.

Her gruptan 20 diş kırılma dayanımı testi uygulandı. Ünlversal test cihazının (Autograph Ünlversal Test Cihazı, Shimatsu, Japonya) üst plağında bulunan 4 mm çapındaki çelik küre dişlerin disto-palatinal tüberkül tepelerine gelecek şekilde örnekler sabitlendi. Çalışmaya dâhil edilen tüm dişlerin, fossa-marjinal sırt okluzyon düzlemine göre kuvvet gelen disto-palatinal tüberkül tepesinden, 1 mm/dk (0,0106 mm/sn) ile dişin uzun aksına paralel kuvvet uygulandı. Dişlerde kırılma



ŞEKİL 1: Kırık şekillerinin tanımı.

rılma olduğu noktada kırma işlemi durduruldu. Maksimum kuvvet değerleri Newton olarak kaydedildi.

Dişlerde meydana gelen kırıkların daha sonra değerlendirilebilmesi için dişlerin fotoğrafları çekildi. Fotoğraflar bilgisayar ortamına aktarılarak kırık şekli restore edilebilir ve restore edilemez olarak tanımlandı (Şekil 1).¹⁵

SONLU ELEMENLAR STRES ANALİZİ

Her gruptan ikişer diş SESA'ya model elde etmek için kullanıldı. SESA için ayrılan dişler, kesme cihazı (Mecatome, T2001A, Pressi, Fransa) ile bukko-lin-gual yönde, palatinal kök ve distal kök görünecek şekilde, yavaş dönen elmas kesme diski ile kesildi. Alınan kesit doğrultusunda model hazırlandı. Fossa-marjinal sırt okluzyonuna uygun şekilde elde edilen modellerde kuvvet uygulanacak noktalar ve kuvvet miktarı ayarlandı. Üst 1. büyük azı dişinin matematiksel modeli olarak Weehler'in dental anatomi atlasındaki veriler baz alınarak bukko-palatinal kesiti kullanıldı.¹⁶ Geometrik çizimler bilgisayara aktarılarak, dış konturlar elde edilmiştir. Modeller geometrik olarak oluşturulduktan sonra analize hazır hâle

TABLO 2: Kullanılan materyallerin elastiklik modülü ve Poisson oranları.

Materyal	Elastik modülü (GPa)	Poisson oranı
Mine	84	0,30
Dentin	18	0,31
Periodonsiyum	0,05	0,45
Gütaperka	0,18	0,49
Akışkan kompozit	7	0,39
Üniversal kompozit	10,5	0,30
Adeziv	1	0,30

getirilmeleri ve analizlerinin yapılması için STL formatında Algor Fempro (ALGOR, Inc. Amerika) yazılımına aktarılmıştır. Algor Fempro yazılımı ile uyumlu hâle getirildikten sonra mine, dentin, periodonsiyum, gütaperka, akışkan kompozit, üniversal kompozit ve adeziv fiziksel özelliklerini tanımlayan (Poisson oranı, elastiklik modülü) değerler önceki çalışma ve üretici firma teknik ürün profili göz önüne alınarak tanıtılmıştır.¹⁷ Bu değerler Tablo 2’de gösterilmiştir. Kullanılan malzeme ve dental yapılar solid, izotropik, linear, elastik ve homojen olarak kabul edilmiştir.

Yüklemeler sentrik okluzyon konumunda sentrik stop lokalizasyonlarına denk gelen santral fossa ve palatinal tüberkülün fosaya bakan yüzeyine 100 N olarak uygulandı. Modelin kök yüzey alanının hareket etmeyeceği varsayılarak sınır koşulları oluşturuldu. Kesit olarak ele alınan 3 boyutlu SESA çalışması gerçekleştirilmiştir. Stres bulguları von Mises stres kriterlerine göre değerlendirmeye alındı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Kırılma dayanımı verilerinin normal dağılıma uygunluğunu test etmek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Normal dağılımın uygunluk testi sonucuna göre tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Bonferroni testi ile yapıldı (IBM SPSS Statistics V15 Armonk, Amerika). Tamamlayıcı istatistik olarak ortalamalar ve standart sapmalar verildi.

BULGULAR

KIRILMA DAYANIMI BULGULARI

Grupların ortalama kırılma dayanımı değerleri Tablo 3’te gösterilmiştir. ANOVA sonucunda gruplardan en

az 1’inin önemli farklılık gösterdiği saptandı ($p<0,001$). Takiben yapılan çoklu karşılaştırmada önemli farklılık gösteren gruplar belirlendi. En yüksek kırılma dayanımı hiçbir işlem uygulanmayan sağlam diş grubundadır (Grup 5). Onu akışkan kompozitin kaide olarak kullanıldığı grup 1 ve grup 3 izlemektedir. Bonferroni testi sonuçlarına göre grup 5, 1 ve 3 arasında istatistiksel fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4). Akışkan kompozitin kullanılmadığı grupların kırılma dayanımı (grup 2 ve grup 4) akışkan kompozitin kullanıldığı gruplara (grup 1 ve grup 3) göre istatistiksel olarak anlamlı düşük bulunmuştur ($p<0,001$). Aynı restorasyon tekniği ile restore edildiğinde oblik sırtın korunduğu grup (grup 1), oblik sırtın kaldırıldığı gruptan (grup 3) daha yüksek kırılma dayanımı göstermiştir fakat istatistiksel fark oluşmamıştır ($p=0,186$).

SONLU ELEMENLAR STRES ANALİZİ BULGULARI

Grup 1, grup 2 ve grup 3’te oblik sırta ve palatinal tüberküle kuvvet uygulandığında, kuvvet lokalizasyonları dışında en fazla stres palatino-servikal bölgede gözlenmiştir. Bukko-servikal bölgede stres düşük seviyededir. Uygulanan kuvvet nedeniyle palatinal tüberkül tepesi, oblik sırt ve palatino-servikal bölge arasında orta seviyede bir stres hattı olduğu

TABLO 3: Ortalama kırılma dayanımı değerleri (Newton).

Gruplar	n	Ortalama	SS	Minimum	Maksimum
Grup 1	20	1483,1885	368,94487	715,78	2024,38
Grup 2	20	996,4655	195,14660	696,88	1314,69
Grup 3	20	1313,1885	426,15162	647,03	1962,66
Grup 4	20	924,3210	331,64798	504,38	1718,91
Grup 5	20	1524,1280	349,76080	936,59	2074,18

SS: Standart sapma.

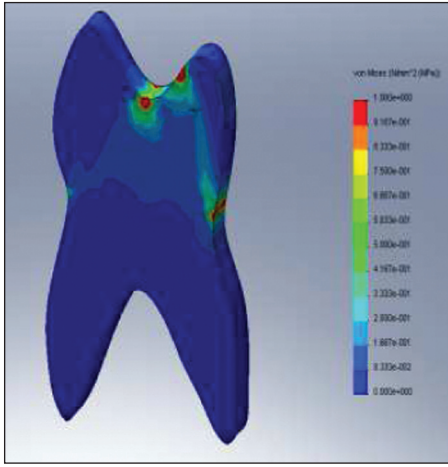
TABLO 4: Bonferroni testi sonuçları.

Gruplar	G2	G3	G4	G5
G1	-486,723*	-170	-558,868*	-40,940
	$p<0,001$	$p=0,186$	$p<0,001$	$p=0,721$
G2		-316,723*	-72,145	-527,663*
		$p<0,001$	$p=0,408$	$p<0,001$
G3			-388,868*	-210,940
			$p<0,001$	$p=0,096$
G4				-599,807*
				$p<0,001$

gözlemlendi (Resim 2, Resim 3, Resim 4). Grup 4’te stresin furkasyon bölgesine doğru yayılım gösterdiği gözlemlendi. Palatinal tüberkül ve servikopalatinal bölge arasındaki stres hattını matematiksel değerde düşük ancak oblik sırt palatino-servikal bölge arasında da ilişkilendirilmiş bir stres dağılımı izlenmektedir. Bukko-servikal bölgedeki stresin belirgin derecede azaldığı gözlemlenmektedir (Resim 5).

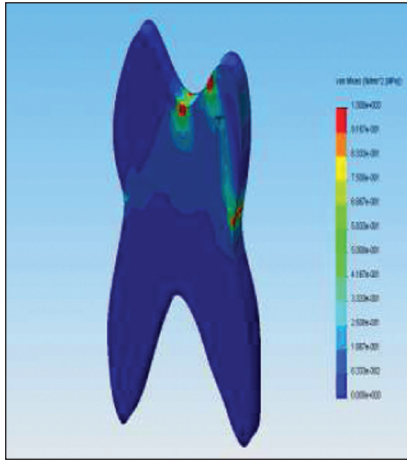
KIRIK ŞEKİLLERİ

Oblik sırtın korunduğu dişlerde örneklerin bukko-lingual yönde bütünlüklerini korudukları ve konservatif yöntemlerle tamir edilebilecek kırıkların oluştuğu



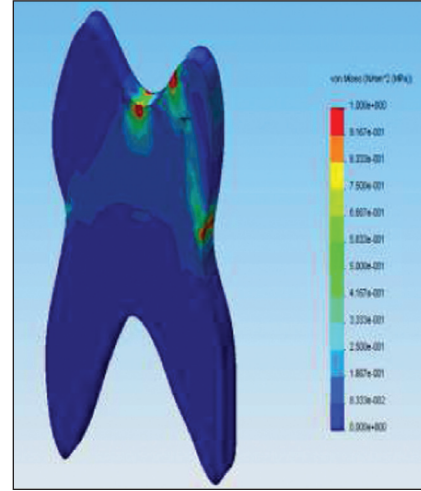
RESİM 2: Grup 1’in sonlu elemanlar stres analizi.

En fazla stres, palatino-servikal bölgede gözlemlenmiştir. Bukko-servikal bölgede stres düşük seviyededir.



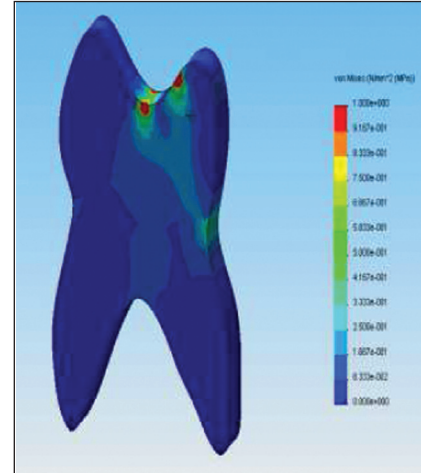
RESİM 3: Grup 2’nin sonlu elemanlar stres analizi.

En fazla stres, palatino-servikal bölgede gözlemlenmiştir. Bukko-servikal bölgede stres düşük seviyededir.



RESİM 4: Grup 3’ün sonlu elemanlar stres analizi.

En fazla stres, palatino-servikal bölgede gözlemlenmiştir. Bukko-servikal bölgede stres düşük seviyededir.



RESİM 5: Grup 4’ün sonlu elemanlar stres analizi.

Stresin furkasyon bölgesine doğru yayılım gösterdiği gözlemlendi.

gözlemlendi. Oblik sırtın kaldırıldığı dişlerde, örneklerin bukkal ve lingual olarak 2’ye ayrıldıkları, kökleri de içine alan, restorasyonu mümkün olmayan kırıkların oluştuğu gözlemlendi. Oblik sırtın korunmasının kırık şekliyle direkt ilgili olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, distal çürük olduğu varsayılan üst 1. büyük azı dişlerinde açılan modifiye giriş kavitesinin ve akışkan kompozit kullanımının kanal tedavisi sonrası dişlerin kırılma direnci üzerine etkisi incelenmiş ve fonksiyonel tüberküllere gelen kuvvetlerin stres

TABLO 5: Kırık şekilleri.

Grup	Restore edilebilir	Restore edilemez
Grup 1	19	1
Grup 2	18	2
Grup 3	13	7
Grup 4	10	10
Grup 5	20	

analizi, SESA ile değerlendirilmiştir. Kavite açılırken oblik sırtın korunması ve kavite tabanına akışkan kompozit uygulaması kırılma dayanımlarını farklı şekilde etkilemesi sebebiyle sıfır hipotezi reddedilmiştir.

Günümüzde yapılan çalışmalarda yapılan restorasyonların, diş dokularına optimum destek sağlamasında açılan kavitelerin şeklinin önemi vurgulanmıştır.^{18,19} Dişlerde endodontik amaçla fazla madde kaldırılmaktadır. Standart giriş kavitesi açılan dişlerin daha fazla madde kaldırılan dişlere oranla daha dirençli olduğunu gösterilmiştir.²⁰ Linn ve Messer endodontik tedavi uygulanmış dişlerde mesiyal-okluzal-distal (MOD) ve distal okluzal/mesiyal okluzal kaviteler açmışlar ve madde kaybı fazla olan MOD kaviteli dişlerin direncinin daha az olduğunu bildirmişlerdir.²¹ Endodontik tedavi uygulanan MOD kaviteli, dişlerin direncinin sağlam dişlere oranla %50 daha az olduğunu bildirilmiştir.²² Ayrıca marginal sırtların korunmasının dişlerin kırılma direncini artırdığını gösteren çalışmalarda vardır.^{23,24} Yaptığımız çalışmada, oblik sırtın korunmasının dişlerin kırılma direncini artırdığını bulduk.

Günümüzde, kompozit dolgu maddesi posterior dişlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Madde kaybının fazla olan dişlerin kompozit ile restorasyon sonrası kırılma dayanımları artmaktadır.²⁵ Soares ve ark. çalışmalarında, mikro hibrid yapıya sahip olan Filtek Z250'yi kullanmışlar ve kompozit rezin kullanımının dişin kırılmaya karşı direncini geri kazandırdığını vurgulamışlardır.²⁶ Kuijs ve ark., tüberkül kırığı ve farklı kavite şekilleri olan dişlerin kompozit dolgu maddesi ile restore edilmesi sonucu, kırılma dayanımları arasında bir fark görülmediğini bildirmişlerdir.²⁷ Akbarian ve ark.nın çalışmasında, farklı kompozitlerle restore edilen dişler arasında kırılma direnci olarak fark görülmemiştir.²⁸

Çalışmamızda akışkan kompozit rezin uygulanan kavitelere negatif kontrole yakın kırılma direnci ve stres dağılımı saptadık.

Çalışmamızın sonuçlarına göre hiçbir işlem yapılmayan grup 5, oblik sırtın kaldırılmadığı ve akışkan kompozitin kaide olarak kullanıldığı grup 1 ve oblik sırtın kaldırıldığı ve akışkan kompozitin kaide olarak kullanıldığı grup 3 arasında istatistiksel anlamda bir fark görülmedi. Akışkan kompozitin kullanıldığı grup 1 ve 3, akışkan kompozit kullanılmayan grup 2 ve 4'ten istatistiksel anlamda daha dirençli bulunmuştur. Bu sonuçlara göre endodontik tedavi gören dişlerde, akışkan kompozit kullanımının elastikiyet modülü nedeniyle kırılmaya direnci artırdığı söylenebilir. Çalışmamızın sonuçları; Gömeç ve ark.nın, Bayne ve ark.nın, Chuang ve ark.nın yaptığı çalışmalarla benzerlik göstermektedir.^{12,29,30}

Dental yapı ve restoratif materyallerin biyomekanik analizinde, yüksek yük uygulanan kırılma direnci gibi testler diş davranışını analiz etmek için önemli yöntemlerdir fakat diş-restorasyon kompleksinin tüm davranışlarından veri elde edilmesine ilişkin sınırlamaları vardır. Laboratuvar testleri ile birlikte SESA kullanılması daha kapsamlı bir mekanik davranış analizi sağlayabilir. Yapılan çalışmada, materyaller ve dokular homojen ve izotropik kabul edilmiştir. Diş gruplarının ve dental materyallerin farklı yapısal homojenliği, izotropik ve doğrusal esneklikleri ile ilgili varsayımlar SESA çalışmalarının sınırlamalarından biridir.

Yamamoto ve ark., kaide materyallerinin stres dağılımlarını incelemişler ve düşük elastikiyet modülüne sahip materyallerin kaide maddesi olarak kullanılmasını önermişlerdir.³¹ Düşük elastikiyet modülü olan materyallerin kullanımının daha iyi biyomekanik performans sağladığı bildirilmiştir.³² Çalışmamızda da SESA'da oblik sırtın korunduğu veya oblik sırtın kaldırıldığı ve kavite tabanına kaide olarak akışkan kompozit kullanıldığında stres dağılımı benzer oluşmaktadır. Oblik sırtın kaldırıldığı ve kavite tabanına stres kırıcı bir materyal uygulanmadığında stresin furka bölgesine iletildiği saptanmıştır. Bu da restore edilemeyecek kök kırıklarının oluşmasına sebebiyet verebilir.

SONUÇ

Akışkan kompozit kullanımı ve oblik sırtın korunması dişlerin kırılmaya karşı direncini artırabilir. Oblik sırtın korunduğu dişlerde oluşan kırık şekilleri daha kolay onarılabilir. Oblik sırtın kaldırıldığı dişlerde kavite tabanına akışkan kompozit gibi stres kırıcı bir materyal kullanımı kırılma direncini artırabilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Şebnem Erol Arıkan, A. Cemal Tınaz; **Tasarım:** Şebnem Erol Arıkan, A. Cemal Tınaz; **Denetleme/Danışmanlık:** Şebnem Erol Arıkan, A. Cemal Tınaz; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Şebnem Erol Arıkan; **Analiz ve/veya Yorum:** Şebnem Erol Arıkan, A. Cemal Tınaz, Z. Gonca Bek Kürklü; **Kaynak Taraması:** Şebnem Erol Arıkan, A. Cemal Tınaz; **Makalenin Yazımı:** Şebnem Erol Arıkan, Z. Gonca Bek Kürklü; **Eleştirel İnceleme:** Z. Gonca Bek Kürklü; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Malzemeler: Şebnem Erol Arıkan, A. Cemal Tınaz.

KAYNAKLAR

1. Khers SC, Carpenter CW, Vetter JD, Staley RN. Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential. J Prosthet Dent. 1990;64(2):139-47. [Crossref] [PubMed]
2. Eakle WS. Fracture resistance of teeth restored with class II bonded composite resin. J Dent Res. 1986;65(2):149-53. [Crossref] [PubMed]
3. Sengun A, Cobankara FK, Orucoglu H. Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. Dent Traumatol. 2008;24(2):214-9. [Crossref] [PubMed]
4. Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1984;51(6):780-4. [Crossref] [PubMed]
5. Reeh ES, Douglas WH, Messer HH. Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique. J Dent Res. 1989;68(11):1540-4. [Crossref] [PubMed]
6. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1994;71(6):565-7. [Crossref] [PubMed]
7. Sabeti M, Kazem M, Dianat O, Bahrololumi N, Beglou A, Rahimpour K, et al. Impact of access cavity design and root canal taper on fracture resistance of endodontically treated teeth: an ex vivo investigation. J Endod. 2018;44(9):1402-6. [Crossref] [PubMed]
8. Panitvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. J Endod. 1995;21(2):57-61. [Crossref] [PubMed]
9. Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J, Silverstein L, Lepley J, Ohlen K, et al. Root fracture during insertion of prefabricated posts related to root size. J Prosthet Dent. 1985;53(6):786-9. [Crossref] [PubMed]
10. Hernandez R, Bader S, Boston D, Trope M. Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with new generation dentine bonding systems. Int Endod J. 1994;27(6):281-4. [Crossref] [PubMed]
11. Potashnick SR, Weine FS, Strauss S. Restoration of the endodontically treated tooth. Endodontic Therapy 4th ed. Mosby Inc, St Louis, USA, 1989. p. 653-98.
12. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, Stamatides P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. J Am Dent Assoc. 1998;129(5):567-77. [Crossref] [PubMed]
13. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations—a 3D finite element analysis. Dent Mater. 2002;18(4):295-303. [Crossref] [PubMed]
14. Leinfelder KF. Changing restorative traditions: the use of bases and liners. J Am Dent Assoc. 1994;125(1):65-7. [Crossref] [PubMed]
15. Cheng CW, Chen WP, Chien YT, Teng YT, Lu PY, Huang SH, et al. Biomechanical behavior of cavity design on teeth restored using ceramic inlays: An approach based on three-dimensional finite element analysis and ultrahigh-speed camera. Acta Biomater. 2019;89:382-90. [Crossref] [PubMed]
16. Nelson SJ, M Ash M. Wheeler's Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion. Nelson SJ, editor. The Permanent Maxillary Molars. 9th ed. St. Louis, Mo: Saunders/Elsevier; 2010. p.171-80. [Link]
17. Magne P. Virtual prototyping of adhesively restored, endodontically treated molars. J Prosthet Dent. 2010;103(6):343-51. [Crossref] [PubMed]
18. Bader JD, Martin JA, Shugars DA. Incidence rates for complete cusp fracture. Community Dent Oral Epidemiol. 2001;29(5):346-53. [Crossref] [PubMed]
19. Corsentino G, Pedullà E, Castelli L, Liguori M, Spicciarelli V, Martignoni M, et al. Influence of access cavity preparation and remaining tooth substance on fracture strength of endodontically treated teeth. J Endod. 2018;44(9):1416-21. [Crossref] [PubMed]
20. Assif D, Nissan J, Gafni Y, Gordon M. Assessment of the resistance to fracture of endodontically treated molars restored with amalgam. J Prosthet Dent. 2003;89(5):462-5. [Crossref] [PubMed]
21. Linn J, Messer HH. Effect of restorative procedures on the strength of endodontically treated molars. J Endod. 1994;20(10):479-85. [Crossref] [PubMed]
22. Steele A, Johnson BR. In vitro fracture strength of endodontically treated premolars. J Endod. 1999;25(1):6-8. [Crossref] [PubMed]
23. Bassir MM, Labibzadeh A, Mollaverdi F. The effect of amount of lost tooth structure and restorative technique on fracture resistance of endodontically treated premolars. J Conserv Dent. 2013;16(5):413-7. [Crossref] [PubMed] [PMC]

24. Nam SH, Chang HS, Min KS, Lee Y, Cho HW, Bae JM. Effect of the number of residual walls on fracture resistances, failure patterns, and photoelasticity of simulated premolars restored with or without fiber-reinforced composite posts. *J Endod.* 2010;36(2):297-301. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
25. Dammaschke T, Nykiel K, Sagheri D, Schäfer E. Influence of coronal restorations on the fracture resistance of root canal-treated premolar and molar teeth: a retrospective study. *Aust Endod J.* 2013;39(2):48-56. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
26. Soares PV, Santos-Filho PCF, Queiroz EC, Araújo TC, Campos RE, Araújo CA, et al. Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. *J Prosthodont.* 2008;17(2):114-9. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
27. Kuijs RH, Fennis WM, Kreulen CM, Roeters JJ, Burgersdijk RC. Fracture strength of cusp replacing resin composite restorations. *Am J Dent.* 2003;16(1):13-6. [[Pubmed](#)]
28. Akbarian G, Ameri H, Chasteen JE, Ghavamasiri M. Fracture resistance of premolar teeth restored with silorane-based or dimethacrylate-based composite resins. *J Esthet Restor Dent.* 2014;26(3):200-7. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
29. Gömeç Y, Dörter C, Dabanoglu A, Koray F. Effect of resin-based material combination on the compressive and the flexural strength. *J Oral Rehabil.* 2005;32(2):122-7. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
30. Chuang SF, Liu JK, Chao CC, Liao FP, Chen YH. Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Prosthet Dent.* 2001;85(2):177-83. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
31. Yamamoto T, Takeishi S, Momoi Y. Finite element stress analysis of indirect restorations prepared in cavity bases. *Dent Mater J.* 2007;26(2):274-9. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]
32. Lin CL, Chang YH, Liu PR. Multi-factorial analysis of a cusp-replacing adhesive premolar restoration: A finite element study. *J Dent.* 2008;36(3):194-203. [[Crossref](#)] [[Pubmed](#)]