

Farklı Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezinler ile Tedavi Edilen Kök Kanal Tedavili Maksiller Kesici Dişlerde Oluşan Stres Dağılımının Sonlu Elemanlar Analizi ile Değerlendirilmesi

Evaluation of Stress Distribution in Root Canal Treated Maxillary Incisors Treated with Different Fiber-Reinforced Composite Resins by Finite Element Analysis

Özge Sönmez Uzel^{1*}, Buket Ayna¹

1.Dicle University Faculty of Dentistry, Department of Pediatric Dentistry, Diyarbakır, Türkiye.

*Corresponding author: Uzel ÖS, MSc, Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Dicle University, Diyarbakır, Turkey.
E-mail : dt.sonmezozge@gmail.com
DOI: [10.61139/ijdor.1310349](https://doi.org/10.61139/ijdor.1310349)

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, maksiller kesici dişte horizontal ve oblik iki farklı kırık tipine sahip diş modellerinde farklı fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin (FGKR) restorasyonlarının fonksiyonel kuvvetler altında oluşturduğu stresin sonlu elemanlar analizi (SEA) yöntemiyle değerlendirilmesidir.

Materyal ve Metod: Kök gelişimi tamamlanmış bir maksiller kesici diş mikrobilgisayarlı tomografi cihazında taranmıştır. Elde edilen bilgilerle üç boyutlu kök gelişimi tamamlanmış maksiller kesici diş modeli oluşturularak, horizontal ve oblik kırığa sahip iki farklı grup oluşturulmuştur. Örnek model esas alınarak, kök kanal tedavisi yapılmış horizontal ve oblik kırık hattı oluşturulmuş, maksiller kesici diş modelleri farklı FGKR ile restore edilerek üç boyutlu olarak simüle edilmiştir. Ardından dişlerde fonksiyonel kuvvet altında oluşan stresler SEA yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Bulgular: FGKR kullanılan modellerde kök dentininin servikal bölgesi ve restoratif materyalde oluşan stresler azalmıştır. Tüm modeller incelendiğinde hem kök dentininin servikal bölgesinde hem de restoratif materyalde en yüksek stres değerleri yalnızca kompozit rezin kullanılan modellerde görülmüştür. En düşük stres değerleri ise prefabrik uzun cam fiber post kullanılan modellerde görülmüştür. Horizontal kırık hattına sahip olan modellerde oblik kırık hattına sahip modellere göre oluşan streslerin daha fazla olduğu görülmüştür.

Sonuç: Kron fraktürüne sahip dişlerde FGKR kullanımı hem kök dentininin servikal bölgesinde oluşan stresleri hem de restoratif materyaldeki stresleri azaltmaya yardımcı olacaktır.

Research Article (HRU Int J Dent Oral Res 2023; 3(2): 91-98

Anahtar Sözcükler: FGKR, SEA, nanofil kompozit, post, komplike kron kırığı.

Abstract

Objective: The aim of this study is to evaluate the stress caused by different fiber reinforced composite resin (FRCR) restorations under functional forces in tooth models with two different types of horizontal and oblique fractures in the maxillary incisor using finite element analysis (FEA) method.

Materials and Methods: A maxillary incisor with complete root development was scanned in a microcomputed tomography device. With the information obtained, two different groups with horizontal and oblique fractures were formed by creating a maxillary incisor model with three-dimensional root development. Based on the sample model, root canal treatment was performed, horizontal and oblique fracture lines were created, maxillary incisor models were

restored with different FRCR and simulated in three dimensions. Then, the stresses occurring in the teeth under functional force were evaluated with the FEA method.

Results: In models using FRCR, the stresses on the cervical region of root dentin and restorative material were reduced. When all models were examined, the highest stress values in both the cervical region of root dentin and the restorative material were observed in models using only composite resin. The lowest stress values were observed in the models using prefabricated long glass fiber post. It was observed that the stresses occurring in the models with the horizontal fracture line were higher than the models with the oblique fracture line.

Conclusion: The use of FGKR in teeth with crown fractures will help reduce both the stresses in the cervical region of root dentin and the stresses on the restorative material. Models restored with FGKR created less stress and strengthened the tooth structure more.

Research Article (HRU Int J Dent Oral Res 2023; 3(2): x-x)

Keywords: FRCR, FEM, nanofil composite, post, complicated crown fracture.

Giriş

Çocuk diş hekimliğinde sıklıkla karşılaşılan travmatik dental yaralanmalar (TDY), çocuklarda diş çürüklerinden sonra en sık karşılaşılan durumdur (1). Süt dişlerinde lüksasyon yaralanmaları, daimi dişlerde ise kron kırıkları en fazla meydana gelen TDY'dir (2). Daimi maksiller kesici dişler bukkale eğimli olmaları ve bu sebeple düşme sırasında darbeye karşılaşma ihtimallerinin fazla olmasından ötürü TDY'den en fazla etkilenen dişlerdir (3). TDY sonrası mine, dentin ve pulpayı içeren kırıklarda, kök gelişimini tamamlamış dişlerde pulpa nekrozu görülme oranı kök gelişimini tamamlamamış dişlere oranla daha yüksektir ve dişin canlılığının devam ettirilemediği durumlarda kök kanal tedavisi (KKT) sonrası fonksiyon, fonasyon ve estetiğin de geri kazandırılması gerekmektedir (4). Restoratif planlamada her zaman öncelikle direkt restorasyonlar gibi konservatif tedavi seçenekleri düşünülmeli; konservatif tedavi seçenekleri yetersizse daha az invaziv tedavi yöntemlerinden, invaziv tedavi yöntemlerine doğru bir tedavi yaklaşımı izlenmelidir (5).

Anterior dişler lateral ve kesme tipi kuvvetlerine sıklıkla maruz kalmaktadırlar. Marjinal sırtlar, singulum ve insizal kenar sağlamsa ve küçük bir giriş kavitesi ile KKT gerçekleştirilmişse, giriş kavitesinin kompozit rezinle restorasyonu yeterli olmaktadır (6). Bununla birlikte, TDY sonrası kron fraktürü gibi ciddi diş dokusu kayıplarında ise tutuculuk ve direncin sağlanması için post yerleştirilmesi gerekebilir (7).

KKT uygulanmış dişlerin restorasyonlarında rijit materyallerden yapılan postlar yerine elastiklik katsayısı dentine çok yakın olması sayesinde daha az kök kırığına sebep olması beklenen fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin (FGKR) postların kullanımı metal postlara alternatif bir tedavi yaklaşımı oluşturmaktadır (8).

FGKR'ler, post amacıyla fabrike postlar ve özelleştirilmiş postlar olarak klinikte kullanılmaktadırlar. Prefabrike fiber post sistemlerinin tasarımlarına uygun kanal preparasyon frezleri bulunmaktadır ve post boşluğunun bu frezlerle açılmasını takiben aynı seansta uygun simanlarla ilgili dişe uygulanmaktadır (9). Özelleştirilmiş post sistemleri genellikle doğrudan kök kanalına uygulanan cam veya polietilen fiberlerden oluşmaktadır. FGKR'lerin bu uygulaması birçok diş hekimi tarafından kullanılmasına rağmen, bu tekniğin diş hekimliğinde uygulanmasını destekleyen bilimsel çalışmalara ihtiyaç devam etmektedir (9, 10).

Son yıllarda baryum cam dolgulu kısa cam fiberle güçlendirilmiş bir kompozit rezin piyasa sürülmüştür (GC Everx Posterior®). Üreticiler bu kısa cam fiber ile güçlendirilmiş kompozit rezinin, KKT sonrası restorasyonun başarısızlığının esas nedeni olan çatlak oluşumunu önlediğini ve restorasyonu güçlendirdiğini iddia etmektedirler (11).

Diş hekimliğinde kullanılan materyallerin biyomekanik özelliklerini değerlendirmek ve restorasyonlarda oluşan streslerin incelenmesi amacıyla, bu yapıların stres analizlerinin yapılması sıklıkla başvurulan bir yöntemdir. Sonlu Elemanlar Analizi (SEA), çeşitli mekanik problemlere çözüm arayan bilgisayar destekli sayısal bir analiz yöntemidir. Bu sebeple, stres analiz çalışmalarının canlı dokuları simüle eden modeller üzerinde yapılması tercih edilmektedir (12).

Bu çalışmanın amacı, TDY sonrası en sık karşılaşılan horizontal ve oblik kron kırığında KKT'si sonrası kısa ve uzun farklı fiber post sistemleri ile kısa cam fiber takviyeli kompozit kullanarak yapılan restorasyonların fonksiyonel kuvvetler altında oluşturduğu stresi değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu tarafından 30.03.2022 tarihli 2022-18 numaralı karar ile onaylanmıştır. Çalışmada 13 yaşındaki erkek çocuğun, tek kök ve tek kanallı, kök gelişimi tamamlanmış, restorasyonsuz ve çürüksüz, avülse olmuş maksiller kesici diş verileri kullanılmıştır. Tomografi verisinden stl. (Standard Triangle Language) modelin elde edilmesi 3D Slicer yazılımında yapılmıştır. Tersine mühendislik ve üç boyutlu CAD faaliyetleri ANSYS Spaceclaim yazılımı, katı modellerin analiz ortamına uygun hale getirilmesi ve optimize ağ örgüsünün oluşturulması faaliyetleri ANSYS Workbench yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan sonlu elemanlar modellerinin çözümü için LS-DYNA çözücüsü kullanılmıştır. Tüm modellerde yükleme; çiğneme kuvvetini simüle edecek şekilde palatinalden labiale doğru, foodstuff üzerinden, 45° açıyla 100 N büyüklüğünde uygulanmıştır.

Model 1: Sağlıklı kök gelişimi tamamlanmış maksiller kesici diş modellenmiştir.

Model 2: KKT'li horizontal kırık hattına sahip maksiller kesici diş nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.

Model 3: KKT'li horizontal kırık hattına sahip maksiller kesici dişin mine sement sınırına kadar kök kanalı boşaltılarak, kısa fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin kaviteye yerleştirilerek, kırık hattı nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.

Model 4: KKT'li horizontal kırık hattına sahip maksiller kesici dişin mine sement sınırının 2 mm altına kadar kök kanalı boşaltılarak, önceden doyurulmuş örgü yapıda cam fiber dual cure rezin siman ile simante edilerek, kırık hattı nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.

Model 5: KKT'li horizontal kırık hattına sahip maksiller kesici dişin mine sement sınırının 2 mm altına kadar kök kanalı boşaltılarak, leno dokuma polietilen fiber dual cure rezin siman ile simante edilerek, kırık hattı nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.

Model 6: KKT'li horizontal kırık hattına sahip maksiller kesici dişin kök kanal dolgu maddesi kök ucunda 4 mm kalacak şekilde boşaltılarak, önceden doyurulmuş tek yönlü cam fiber post dual cure rezin siman ile simante edilerek, kırık hattı nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.

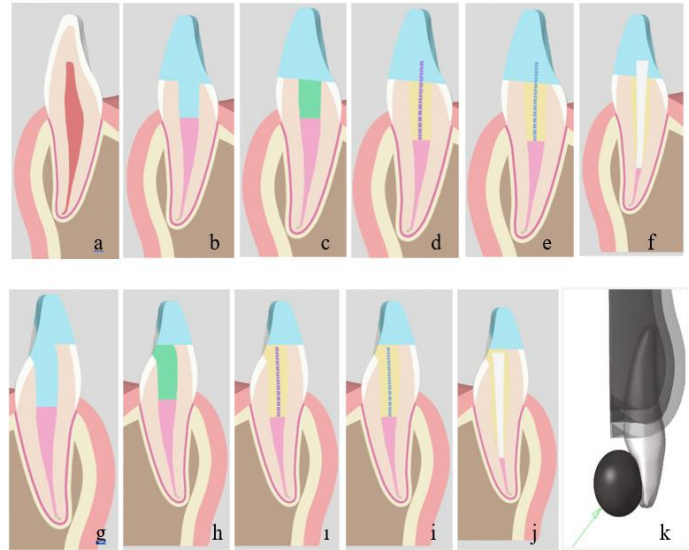
Model 7: KKT'li oblik kırık hattına sahip maksiller kesici diş nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.

Model 8: KKT'li oblik kırık hattına sahip maksiller kesici dişin mine sement sınırına kadar kök kanalı boşaltılarak, kısa fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin kaviteye yerleştirilerek, kırık hattı nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.

Model 9: KKT'li oblik kırık hattına sahip maksiller kesici dişin mine sement sınırının 2 mm altına kadar kök kanalı boşaltılarak, önceden doyurulmuş örgü yapıda cam fiber dual cure rezin siman ile simante edilerek, kırık hattı nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.

Model 10: KKT'li oblik kırık hattına sahip maksiller kesici dişin mine sement sınırının 2 mm altına kadar kök kanalı boşaltılarak, leno dokuma polietilen fiber dual cure rezin siman ile simante edilerek, kırık hattı nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir.














Model 11: KKT'li oblik kırık hattına sahip maksiller kesici dişin kök kanal dolgu maddesi kök ucunda 4 mm kalacak şekilde kök kanalı boşaltılarak, önceden doyurulmuş tek yönlü cam fiber post dual cure rezin siman ile simante edilerek, kırık hattı nanofil kompozit rezin ile restore edilerek modellenmiştir (Şekil 1).





Şekil 1. Çalışma için hazırlanan modellerin şematik görüntüsü (a-j). Çelik küre modeliyle simüle edilen çiğneme kuvveti (k).

Çalışmamızda modellenen tüm dokuların ve restorasyonda kullanılan tüm materyallerin fiziksel özelliklerini temsil eden elastik modülü ve poisson oranları ise mevcut literatürlerden alınmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Kullanılan materyallerin elastik modülü ve poisson oranları (13-22)

Materyal	Elastik Modül [MPa]	Poisson Oranı	Renkler
Kortikal kemik (13)	13700	0,30	
Trabeküler kemik (13)	1370	0,30	
Periodontal ligament (13)	68,9	0,45	
Dentin (13)	18600	0,31	
Gutta percha (13)	0,69 84100	0,45 0,33	 
Mine (14)			
Mukoza (15)	3	0,45	
Pulpa (16)	3	0,45	
Kompozit rezin (Filtek Supreme XT,3M ESPE, St Paul, MN, USA) (17)	12700	0,35	
Uzun cam fiber post (Snowlight, Carbotech, USA) (18)	49000	0,28	
Dual cure rezin siman (Panavia F 2.0, Kuraray Medical Inc, Osaka, Japonya) (19)	18600	0,28	
Kısa fiber takviyeli kompozit rezin (EverXposterior, GC, Tokyo, Japan) (20)	12300	0,24	
Leno dokuma polietilen fiber (Ribbond, Seattle, WA, USA) (21)	23600	0,32	

Ribbond Inc., Seattle, WA, USA) (21)	Örgü yapıda cam fiber	X,Y: 7000 Z: 46000	X,Y:0.29 Z:0.30	
Angelus, Brazil) (22)	Food stuff (çelik küre)	200000	0,30	

BULGULAR

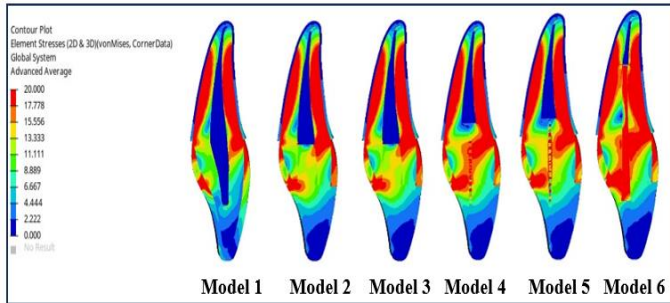
Sağlıklı diş modeli ile horizontal ve oblik kırık hattına sahip diş modellerinde oluşan stress miktarları Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. Bütün modellerin stress miktarları ve modellerde kullanılan materyallerin iç stress miktarları

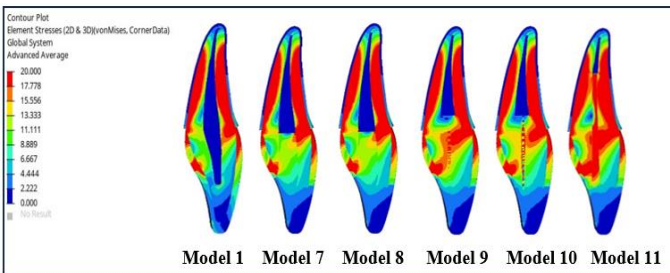
Model	Kullanılan Materyal	Servikal Stress (MPa)	Restorasyonda oluşan stress
Model 1	-	19.754	-
Model 2	Nanofil kompozit rezin	19.992	10.970
Model 3	Kısa fiber takviyeli kompozit rezin	19.917	10.839
Model 4	Örgü yapıda cam fiber post	19.572	10.206
Model 5	Leno dokuma yapıda polietilen fiber post	19.565	10.126
Model 6	Tek yönlü uzun cam fiber post	18.779	9.547
Model 7	Nanofil kompozit rezin	19.773	10.488
Model 8	Kısa fiber takviyeli kompozit rezin	19.761	10.302
Model 9	Örgü yapıda cam fiber post	19.503	10.006
Model 10	Leno dokuma yapıda polietilen fiber post	19.439	9.120
Model	Tek yönlü uzun	18.441	8.485

Horizontal ve oblik kırık modelleri incelendiğinde en yüksek stres alanının kök dentinin servikal bölgesinin bukkal yüzeyi olduğu görülmüştür. Hem servikal kök dentininde hem de kırık restorasyonu için kullanılan kompozit rezin materyalinde oluşan stresler incelendiğinde, en yüksek stres değerlerini kompozit rezin ve kısa fiber takviyeli kompozit rezinin altyapı materyali olarak kullanıldığı modeller gösterirken, fiber post kullanılarak restore edilen dişler daha az stres değerleri göstermiştir. Kompozit rezinle restore edilen modeller kendi içinde kıyaslandığında kısa fiber takviyeli kompozit rezinin altyapı materyali olarak kullanıldığı modellerde daha az stresin meydana geldiği ve meydana gelen stresin sağlıklı diş modelinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Farklı fiber post kullanılarak restore edilen modellerde ise en az stres değerini tek yönlü cam fiber post gösterirken onu sırasıyla leno dokuma yapıda polietilen fiber post ve örgü yapıda cam fiber post modeli takip etmiştir. Sağlıklı dişle kıyaslandığında fiber post kullanılan modellerde servikal bölgede daha az stres meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 2,3).

Horizontal ve oblik kırık modelleri karşılaştırıldığında, oblik kırık hattına sahip modellerde hem servikalde hem de restorasyonda meydana gelen stres değerlerinin horizontal kırık hattına sahip modellere göre daha düşük olduğu gözlenmiştir (Şekil 2,3).



Şekil 2. Sağlıklı diş modeli ve horizontal kırık hattına sahip diş modellerinin kıyaslanması.



Şekil 3. Sağlıklı diş modeli ve oblik kırık hattına sahip diş modellerinin kıyaslanması.

TARTIŞMA

Çocuk diş hekimliğinde, büyüme ve gelişim dönemindeki hastaların TDY sonrasında meydana gelen komplike kron kırıklarının KKT sonrası uygulanan post-kor restorasyonlarında kor ve kron genellikle kompozit rezinlerle tamamlanmaktadır (18). Günümüzde aşırı kron harabiyeti bulunan dişlerde dahi seramiklere alternatif olarak kompozit rezinler tercih edilmektedir (23). Bazı klinik raporlar, doğrudan kompozit rezin restorasyonların, geleneksel tam kron tedavisine alternatif olduğunu bildirirse de, mevcut kompozit rezinlerin nispeten yüksek kırılma direnci ve düşük kırılma tokluğu kullanımlarını sınırlandırmaktadır (24, 25). Candan ve ark.'nın yaptıkları bir in vitro çalışmada farklı altyapı materyalleri kullanılması nanofil kompozit rezinin eğilme direncine etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonucuna göre, yalnızca nanofil kompozit rezin kontrol grubunun en düşük eğilme direncine sahip olduğu, ulaşılan en yüksek eğilme direncinin akışkan kompozit rezinle birlikte fiber kullanılan örnek grubu olduğu bildirilmiştir (26). Pierrisnard ve ark.'nın yapmış oldukları bir SEA çalışmasında da 2 mm ferruleye sahip olan ve ferrulesiz diş modelleri yalnızca kompozit rezinle ve farklı post sistemleri ile simule edilmiştir. Çalışma sonuçları, en yüksek stresin kök dentininin servikal bölgesinde gözlendiğini ve en fazla stresin yalnızca kompozit ile restore edilen modellerde meydana geldiğini göstermiştir (27). Yapılmış olan çalışma sonuçları, bu çalışmayla uyumlu olup en yüksek stres değerlerinin hem kök dentininin servikal bölgesi hem de restoratif materyal için yalnızca kompozit rezinle restore edilen modellerde gözlenmesini destekler niteliktedir.

Kompozit rezinlerin gelişimlerine rağmen özellikle yüksek stres altında kalan bölgelerde kırılma ve eğilme direncine dayanıklılıklarının yeterli olmaması sebebiyle kullanımlarının kısıtlı olduğu bildirilmiştir. Bu sebeple kompozit rezin materyallerin fiber ile güçlendirilmesi gündeme gelmiştir (26).

Eapen ve ark.'larının yapmış oldukları bir in vitro çalışmada, KKT'li dişlerdeki restorasyonlarda kompozit rezinlerin altında kısa fiber takviyeli kompozit rezinlerin alt yapı olarak kullanılması sayesinde kalan diş dokusunun daha fazla korunduğu ve kırılma direncinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (28). KKT sonrası farklı kaide materyallerinin stres üzerindeki etkilerini inceleyen bir SEA çalışmasında da kısa fiber takviyeli

kompozit rezinlerin dentinle benzer elastik modülüne sahip olması sebebiyle restorasyon içinde ve dişte meydana gelebilecek yüksek gerilimlerden kaçınmak amacıyla kullanımının avantajlı olduğu bildirilmiştir (29). Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar in vitro ve SEA çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Kısa fiber takviyeli kompozit rezinin altyapı materyali olarak kullanıldığı modellerde meydana gelen streslerin, yalnızca nanofil kompozit rezin kullanılarak yapılan restorasyon modellerinden daha az stres oluşturduğu görülmektedir. Nanofil kompozit altındaki kısa fiber takviyeli kompozit, meydana gelen stresleri absorbe ederek hem kök dentinin servikal bölgesinde hem de kırık hattının restorasyonu için kullanılan kompozit rezinde meydana gelen stresleri azaltmıştır. Bununla birlikte, Garoushi ve ark. KKT sonrası maksiller kesici dişlerin statik yük taşıma kapasitesini ve başarısızlık tiplerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları bir in vitro çalışmada deneysel olarak ürettikleri kısa fiber takviyeli kompozit rezin ve fiber postları karşılaştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre kısa fiber takviyeli kompozit rezinle restore edilen örneklerin fiber post uygulanan örneklerden daha düşük kırılma direnci gösterdiği bildirilmiştir (30). Bu çalışmada da fiber post uygulanan modellerde meydana gelen streslerin kısa fiber takviyeli kompozit rezin kullanılan modellerden daha az stres oluşturması Garoushi ve ark.'nın çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Kısa fiber takviyeli kompozit rezin, fiber postlar kadar stresleri absorbe edememiş ve hem kök dentinin servikal bölgesinde hem de uygulanan restoratif materyalde fiber post uygulanan modellere göre daha fazla stres birikimine neden olmuştur. Dentinin stresleri absorbe edici özelliklerini taklit etmek için 2013 yılında piyasaya sürülen kısa fiber takviyeli kompozit rezinin yeni bir materyal olması sebebiyle bu materyal üzerinde yapılan in vitro ve SEA çalışma sayısı sınırlıdır. Bu nedenle, kısa fiber takviyeli kompozit rezinlerin güçlendirme kapasitesi üzerinde yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Junior ve ark.'nın yaptıkları bir in vitro çalışmada tek kat ve çift kat halinde uygulanan iki farklı tip (cam ve polietilen) fiberin ısıl döngüye tabi tutulup tutulmamasına göre eğilme dirençleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre çift kat halinde uygulanan polietilen fiber, değerlendirilen diğer kombinasyonlarla karşılaştırıldığında, ısıl döngüden bağımsız olarak en yüksek eğilme direncini göstermiştir (31). Bu in vitro çalışma sonucuyla benzer olarak bu SEA çalışmada da leno dokuma yapıda polietilen fiberin örgü yapıda cam fibere göre stresleri daha çok absorbe etme yeteneği

olduğunu ve meydana gelen stresleri azattığını söyleyebiliriz. Leno dokuma yapıda polietilen fiber kullanılan modellerde hem servikal bölgede hem de restoratif materyalde daha az stres meydana geldiği görülmüştür. Mevcut literatürler incelendiğinde özelleştirilmiş post olarak kısa cam fiber post ve kısa polietilen fiber postların karşılaştırıldığı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Ramesh ve ark.'nın yapmış oldukları bir in vitro çalışmada da palatobukkal ve labiopalatal iki kırık modeline sahip maksiller kesici dişlerin leno dokuma yapıda polietilen fiber post ve prefabrik cam fiber fiber post uygulanması sonrası kırılma direnci karşılaştırılmıştır (32). Çalışma sonucuna göre, prefabrik cam fiber post leno dokuma yapıda polietilen fiber post ile karşılaştırıldığında daha yüksek kırılma direnci göstermiştir. Bu in vitro çalışma sonucuyla paralel olarak bu SEA çalışmada da prefabrik uzun cam fiber post modellerinde hem servikal kök dentininde hem de restorasyon materyalinde meydana gelen stres değerlerinin özelleştirilmiş örgü yapıda cam fiber post ve leno dokuma yapısında polietilen fiber post gruplarından daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Tek yönlü fiberlerin, dokuma ve örgü yapıdaki fiberlerle kıyaslandığında materyalin esneme direncini iki yönlü fiberlere göre daha fazla arttırdığı bilinmektedir (33). Buna bağlı olarak, prefabrik uzun cam fiber post modellerinde görülen daha az stres oluşumu tek yönlü fiberlerin esneme direncinin daha iyi olması ile açıklanabilir.

Post tutuculuğunu maksimum düzeye çıkarmaya yardımcı olmak için uygun post uzunluğu önem arz etmektedir. Fakat, tutuculuk için ideal post uzunluğu hala tartışmalı bir konudur (34). Adanır ve ark.'nın maksiller kesici dişte cam fiber post materyalinin post uzunluğunun fonksiyonel kuvvetler altında meydana gelen stres dağılımına etkisini inceledikleri SEA çalışmada ise post uzunluğu arttıkça materyalin iç bünyesinde stresi daha fazla tuttuğu ve kök dentininde daha az stres oluşturduğu bildirilmiştir (35). Bu çalışmanın sonuçları uzun post kullanımının stres dağılımını azalttığı ve kırılma direncini arttırdığı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Prefabrik uzun cam fiber post, stresleri absorbe ederek servikal kök dentininde ve restorasyon materyalinde meydana gelen stresleri azaltmıştır.

Literatürler incelendiğinde maksiller kesici dişlerde çok sık karşılaşılan iki farklı kırık tipinin restorasyonunda farklı FGKR restorasyonların ve yalnızca nanofil kompozit restorasyonların uygulanarak meydana getirdikleri streslerin değerlendirildiği benzer

bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla birlikte, yapılmış olan bazı çalışmalarda restorasyon amacıyla dişin servikal bölgesine yerleştirilen farklı materyallerin (MTA, bidentin, gutta percha vb.) sağlıklı diş kontrol grubuyla kıyaslandığında daha az stres oluşturduğu bildirilmiştir (36, 37). Bu çalışmada da fiber post modellerinin kök dentininin servikal bölgesinde sağlıklı diş modelinden daha düşük stres değerleri göstermesini, servikal bölgeye yerleştirilen fiber materyallerinin elastik modülünün dentinin elastik modülüyle çok yakın değerlere sahip olması nedeniyle meydana geldiğini söyleyebiliriz. Yalnızca kompozit rezin ve kısa fiber takviyeli kompozit rezinin altyapı materyali olarak kullanıldığı modellerde ise servikal kök dentininde stresleri absorbe edecek bir materyal olmaması sebebiyle bu modellerde meydana gelen stres değerleri hem sağlıklı diş modelinden hem de diğer fiber post uygulanan modellerden daha yüksek değerleri göstermiştir.

Bu çalışmada FGKR uygulamasının kök dentininin servikal bölgesindeki stres değerlerini azalttığı gibi restoratif materyaldeki stres değerlerini de benzer şekilde azalttığı görülmüştür. Bu SEA çalışması sonuçları KKT'li dişlerin konservatif restorasyonlarında fiber post kullanımı sayesinde kırılma direncinde artış gözlemlendiğini bildiren çalışmalarla paralellik göstermektedir. (38, 39). Fiber post uygulanan modellerde restoratif materyalde, yalnızca nanofil kompozit rezinle restore edilen modellerden ve kısa fiber takviyeli kompozit rezinin altyapı materyali olarak kullanıldığı modellerden daha düşük stres değerleri gözlenmiştir. Yalnızca nanofil kompozitle restore edilen modeller, çalışmalarla paralel olarak fiber post uygulanan modellerden daha yüksek stres değerleri göstermiştir.

Yapılan SEA çalışmaları, çeşitli varsayımlara dayandığından ötürü bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu sebeple birkaç detay idealize edilmekte, basitleştirilmekte ya da göz ardı edilmektedir. Buna karşın bu yöntemin, gerçek koşulların laboratuvarında ya da in vivo olarak doğrulanmadığı koşullarda stres-gerinim modellerini analiz etmek amacıyla yararlı bir yöntem olduğu da bilinmektedir (40). Tüm bu nedenlere bağlı olarak, bu SEA çalışmasının da sınırlılıkları göz önünde bulundurulmalı, deneysel yöntemlerle ve uzun dönem klinik çalışmalar ile desteklenmesi gerektiği göz ardı edilmemelidir.

Sonuç

Bu çalışmanın sınırlılıkları dahilinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

1. FGKR kullanımı kök dentininde stres değerlerini azaltmıştır.
2. FGKR'nin post şeklinde kullanımı sağlıklı diş modelinden de daha az stres oluşumuna sebep olmuştur.
3. FGKR kullanımı restorasyon amacıyla kullanılan kompozit rezindeki stres değerlerini azaltmıştır.
4. Tüm modeller açısından değerlendirme yapıldığında, hem kök dentininin servikal bölgesinde hem de restoratif materyalde görülen en yüksek stres değerleri yalnızca kompozit rezin kullanılan modellerde görülmüştür.
5. Prefabrik tek yönlü uzun cam fiber post materyalinin tüm modellerde en düşük stres değeri oluşturduğu görülmüştür.
6. Kırık tipi açısından kıyaslama yapıldığında hem kök dentininin servikal bölgesi hem de restoratif materyal için tüm modellerle uyumlu olacak şekilde en düşük stres değerleri oblik kırık tipine sahip modellerde görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından DİŞ.22.013 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- 1.Gökcek M. Zonguldakta Travmatik Dental Yaralanmaların Retrospektif Analizi. Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi, Zonguldak: Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2017.
- 2.Andersson L. Epidemiology of traumatic dental injuries. Journal of endodontics. 2013;39(3):S2-S5.
- 3.Trope M. Avulsion of permanent teeth: theory to practice. Dental Traumatology. 2011;27(4):281-94.
- 4.Barnett F. The role of endodontics in the treatment of luxated permanent teeth. Dental Traumatology. 2002;18(2):47-56.
- 5.Bergman B, Lundquist P, Sjo U. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. The Journal of prosthetic dentistry. 1989;61(1):10-5.
- 6.Scotti N, Eruli C, Comba A, Paolino D, Alovisi M, Pasqualini D, et al. Longevity of class 2 direct restorations in root-filled teeth: A retrospective clinical study. Journal of Dentistry. 2015;43(5):499-505.
- 7.Smith CT, Schuman N. Restoration of endodontically treated teeth: a guide for the restorative dentist. Quintessence international. 1997;28(7).
- 8.Aydemir M, Bağlar S. Post-kor sistemlerinin güncel sınıflandırılması. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2019;25(3):319-33.
- 9.Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. Int J Prosthodont. 2003;16(6):593-6.
- 10.Kimmel S. Restoration and reinforcement of endodontically treated teeth with a polyethylene ribbon and prefabricated fiberglass post. General dentistry. 2000;48(6):700-6.

- 11.Keulemans F, Garoushi S, Lassila L. Fillings and core build-ups. In: Ozcan M, Vallittu P, eds. A Clinical Guide to Principles of Fiber-Reinforced Composites in Dentistry. UK: Elsevier; 2017, p:131-63.
- 12.Magne P. Efficient 3D finite element analysis of dental restorative procedures using micro-CT data. Dental materials. 2007;23(5):539-48.
- 13.Ko C-C, Chu C-S, Chung K-H, Lee M-C. Effects of posts on dentin stress distribution in pulpless teeth. The Journal of prosthetic dentistry. 1992;68(3):421-7.
- 14.Eraslan Ö, Eraslan O, Eskitaşçıoğlu G, Belli S. Conservative restoration of severely damaged endodontically treated premolar teeth: a FEM study. Clinical Oral Investigations. 2011;15(3):403-8.
- 15.Kydd WL, Mandley J. The stiffness of palatal mucoperiosteum. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1967;18(2):116-21.
- 16.Belli S, Eraslan O, Eskitaşçıoğlu G. Effect of different treatment options on biomechanics of immature teeth: a finite element stress analysis study. Journal of endodontics. 2018;44(3):475-9.
- 17.Moszner N, Salz U. New developments of polymeric dental composites. Progress in polymer science. 2001;26(4):535-76.
- 18.MK Ş. Dört Farklı Cam Fiber Postun in vitro Bükülme Dirençlerinin ve Sonlu Eleman Metodu ile Stres Dağılımlarının Analizi. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- 19.Kaleli N, Ural Ç. Hibrid Abutment Kron Restorasyonlarda İmplant-Abutment Bağlantısının İmplant, Abutment ve Bazal Vidadaki Stres Dağılımı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. Türkiye Klinikleri Dishekimliği Bilimleri Dergisi. 2020;26(1):43-50.
- 20.Barreto BCF, Van Ende A, Lise DP, Noritomi PY, Jaecques S, Sloten JV, et al. Short fibre-reinforced composite for extensive direct restorations: a laboratory and computational assessment. Clinical oral investigations. 2016;20(5):959-66.
- 21.Belli S, Eraslan O, Eraslan O, Eskitascioglu M, Eskitascioglu G. Effects of Na OC I, EDTA and MTAD when applied to dentine on stress distribution in post-restored roots with flared canals. International Endodontic Journal. 2014;47(12):1123-32.
- 22.Pornamazeh T, Geramy A, Heidari S, Rajabizadeh M, Kamali E, Ghadirian H. Comparison of the debonding force of metal, glass and polyethylene Fiber reinforced composite retainers: Mechanical and finite element analyses. International Orthodontics. 2022;20(4):100685.
- 23.Türkün LS. Conservative restoration with resin composites of a case of amelogenesis imperfecta. International dental journal. 2005;55(1):38-41.
- 24.Roeters JJ. Extended indications for directly bonded composite restorations: a clinician's view. J Adhes Dent. 2001;3(1):81-7.
- 25.Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. International Journal of Prosthodontics. 2005;18(5).
- 26.Candan Ü, Eronat N, Türkün M. Fiberle güçlendirmenin nanofil kompozitin eğme direncine etkisinin incelenmesi. Curr Res Dent Sci. 2015;25(1):13-20
- 27.Pierrisnard L, Bohin F, Renault P, Barquins M. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. The Journal of prosthetic dentistry. 2002;88(4):442-8.
- 28.Eapen AM, Amirtharaj LV, Sanjeev K, Mahalaxmi S. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with 2 different fiber-reinforced composite and 2 conventional composite resin core buildup materials: an in vitro study. Journal of endodontics. 2017;43(9):1499-504.
- 29.Halaçoğlu DM, Yamanel K. The effects of different base materials on the stress distribution of the endodontically treated teeth: 3D FEA. Cumhuriyet Dent J. 2019;22(1):56-65.
- 30.Garoushi S, Vallittu PK, Lassila LV. Direct restoration of severely damaged incisors using short fiber-reinforced composite resin. Journal of dentistry. 2007;35(9):731-6.
- 31.Junior AdAG, Lopes MWF, da Silveira Gaspar G, Braz R. Comparative study of flexural strength and elasticity modulus in two types of direct fiber-reinforced systems. Brazilian oral research. 2009;23(3):236-40.
- 32.Ramesh P, Mathew S, Murthy SB, George JV, Hegde S, Premkumar R. Efficacy of Ribbond and a fibre post on the fracture resistance of reattached maxillary central incisors with two fracture patterns: a comparative in vitro study. Dental Traumatology. 2016;32(2):110-5.
- 33.Çetintaş Ş. İmplant Destekli Mandibular Overdenturelerde Fiberle Üretilmiş Altyapıların Stres Analizi. Doktora Tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2019.
- 34.Hunter A, Feiglin B, Williams J. Effects of post placement on endodontically treated teeth. The Journal of prosthetic dentistry. 1989;62(2):166-72.
- 35.Adanır N, Belli S, Eraslan O, Eskitaşçıoğlu G. Bir Cam Fiber Post Sistemiyle Restore Edilmiş Üst Birinci Kesici Diş Modelinde Post Uzunluğunun Fpnksiyonel Kuvvetler Altında Oluşan Stres Dağılımına Etkisi. Türk Dişhekimliği Dergisi. 2005;59:8-13.
- 36.Di Fiore PM, Reyes A, Dorn SO, Cron SG, Ontiveros JC. Evaluation of a calcium silicate-based cement as a root reinforcement material for endodontically treated maxillary anterior teeth. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2016;115(1):35-41.
- 37.Bilgin S, Kahvecioğlu F. Kök ucu açık dişlerde sonlu elemanlar analizi kullanılarak farklı yönlerden gelen travmaların oluşturduğu streslerin değerlendirilmesi. Selcuk Dent J. 202;7(2):318-25.
- 38.Scotti N, Scansetti M, Rota R, Pera F, Pasqualini D, Berutti E. The effect of the post length and cusp coverage on the cycling and static load of endodontically treated maxillary premolars. Clinical Oral Investigations. 2011;15(6):923-9.
- 39.Sorrentino R, Salameh Z, Zarone F, Tay FR, Ferrari M. Effect of post-retained composite restoration of MOD preparations on the fracture resistance of endodontically treated teeth. Journal of Adhesive Dentistry. 2007;9(1).
- 40.Akbaş M, Akbulut MB, Belli S. Sonlu Elemanlar Stres Analizi ve Endodontide Kullanımı. European Journal of Research in Dentistry. 2021;5(2):99-108.