

## Sıcak uyaran karşısında zirkonyum ve cam fiber ile güçlendirilmiş kompozit post sistemlerde ve diş dokularında oluşan termal streslerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi

### Comparative evaluation of thermal stresses produced by hot irritant on zirconia and glass fiber-reinforced composite posts and tooth structures

Ferhan Eğilmez, DDS, PhD, Levent Nalbant, DDS, PhD

Gazi University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Ankara, Turkey.

Received: 25 October 2011 Accepted: 05 January 2012 Published online: 14 February 2012

#### ÖZET

**Amaç:** Ağıza alınan soğuk – sıcak yiyecekler ve içecekler nedeniyle oral kavite termal bir irritasyona maruz kalmaktadır. Ağızda oluşan sıcaklık artışı ve azalması sonucu diş dokusu ve restoratif materyallerde genleşmeler ve büzülme meydana gelmektedir. Bu çalışmada cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post ve zirkonyum post yerleştirilmiş sağ üst kanin diş 65°C sıcaklık uygulandığında diş ve çevre dokularda meydana gelen termal stresler ve sıcaklık dağılımları üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemiyle incelenmiştir.

**Gereç ve Yöntem:** Isısal stres analizi için, gerçek ölçülere uygun olarak sağ üst kanin dişi, tam porselen kron, kompozit kor materyali, yapıştırma simanı, post materyali, ferrule etki elde etmek için basamak, gutta perka, dişi çevreleyen kompakt ve spongiöz kemik yapıları modellenmiştir. Modele 5 sn boyunca 65°C sıcaklık uygulanmıştır. Model üzerinde bukkal lingual kesitte belirlenen 7 noktada sıcaklık dağılımları ve ısısal stresler tespit edilmiştir. Ayrıca model üzerinde en fazla ısısal streslerin olduğu noktalar ve bu streslerin değerleri belirlenmiştir.

**Bulgular:** Zirkonyum post sistemi, cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post sistemine göre restoratif materyaller, diş dokuları ve post bünyesinde daha fazla sıcaklık ve ısısal stres oluşturmuştur. Isısal stresler materyaller arası katmanlarda, yapıştırma simanı üzerinde ve kole bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Modelin kole bölgesinde kök dentini, kompakt ve spongiöz kemik bölgesinde ısısal stres oluşumu gözlenirken, modelin orta ve apikal üçlüsünde diş ve çevre dokularda ısısal stresler saptanmamıştır. Sıcaklık dağılımları ve ısısal stresler açısından her iki post materyali de yakın değerler sergilemiştir.

#### ABSTRACT

**Objectives:** The oral cavity is subjected to thermal irritation from hot and cold foods and beverages. Thermal irritation in the oral cavity produces expansions and contractions in restorative materials. This study investigates that, the effect of thermal stress and temperature distribution when 65 C° thermal load was applied on glass fiber reinforced composite resin post and zirconia post in right maxillary canine by three dimensional finite element method.

**Materials and Methods:** Right maxillary canine, full ceramic crown, composite core material, luting agent, post materials, the ledge for ferrule effect, gutta percha, compact and spongiuous bone that surround the tooth were modeled for the thermal stress analysis. 65 C° thermal load was applied on the model for 5 secs. Temperature and thermal stresses were determined on the bucco lingual section of the model on 7 points. Besides, max. thermal stresses on the nodes and their values were determined.

**Results:** Zirconia post systems produced more temperature and thermal stresses on the restorative materials, tooth structures and posts than glass fiber reinforced composite resin posts. Thermal stresses were much more between the layers of restorative materials, on the luting agent and cervical region. Thermal stresses were determined near the cervical region of the model on root dentin, compact and spongiuous bone regions and no stresses were determined on the middle and apical third of the model. Both two post materials have close-range values of about the temperature and thermal stress distributions.

**Sonuç:** Genel olarak, zirkonyum postun hem post materyalinin kendi bünyesinde, hem diğer restoratif materyallerde hem de diş dokularında daha fazla ısıya neden olduğu ve daha fazla ısıl stres oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Zirkonyum post, cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post, termal stres analizi.

**Conclusions:** Generally, zirconia post generated more heat and thermal stresses on the tooth structures, the other restorative materials and the post itself.

**Key Words:** Zirconia post, glass fiber reinforced composite resin post, thermal stress analysis.

Ferhan EGİLMEZ  
Gazi University Faculty of Dentistry  
Department of Prosthodontics  
8. Cadde 82. Sokak No:4  
Emek-Ankara  
TURKEY

## GİRİŞ

Dişler çürük, abrazyon, fraktür, travma, endodontik tedavi amacıyla dentin dokusunun kaldırılması gibi durumlarda veya endodontik tedavi sonrasında değişik oranlarda madde kaybına uğramaktadır. Bununla birlikte, günümüzde koruyucu diş hekimliği oldukça önem kazanmıştır ve restoratif diş hekimliği, kaybolan diş dokusu yerine ideal bir materyal bulma çabasıdır. Gün geçtikçe gelişen teknikler, materyaller ve dizaynlar sayesinde, mevcut diş ve diş dokularını korumaya yönelik tedaviler başarıyla yapılmaktadır. Bu sayede fonksiyonel, biyolojik, mekanik ve estetik ihtiyaçlar karşılanmaya çalışılmaktadır. Bu amaçlarla, günümüzde geride kalan diş dokusunu kuvvetlendirmek, kayıp diş dokusu yerine geçecek ve restorasyon için yeterli direnç ve destek sağlayacak aksiyel duvarlar elde etmek amacıyla kök içi tutucular (post- kor restorasyonlar) yapılmaktadır. Dental materyal bilimindeki belirgin gelişmeler sonucu, güvenilir bonding sistemlerinin de tanıtmasıyla birlikte geliştirilen fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler ve güçlendirilmiş seramikler, yeni bir jenerasyon olan diş rengindeki post sistemleri olarak önerilmiştir.<sup>1</sup>

Fiberle güçlendirilmiş postların önemli avantajlarından biri metal içermemeleridir. Dolayısıyla metal duyarlılık reaksiyonlarına sebep olmamakta ve

korozyona uğramamaktadırlar. Ağzın görülen bölgelerinin restorasyonunda özellikle tam seramik kronların altında estetik sonuçlar vermeleri ise diğer bir avantajlarıdır<sup>2</sup>. Ayrıca yeniden tedavi edilmesi gereken endodontik tedavi dişlerden kolayca uzaklaştırılabilirler.<sup>3</sup> Zirkonyum seramik postlar, biyoyumluluğu iyi, yüksek bükülme direncine sahip ve özellikle tam seramik kronların altında uygulandığında estetik açıdan memnuniyet verici materyallerdir<sup>4</sup>. Elektrolitik korozyon oluşturmazlar ve çiğneme kuvvetlerine yeterli direnç gösterirler.<sup>5</sup>

Oral kavitede değişik sıcaklık dalgalanmaları meydana gelmektedir. Ağıza alınan soğuk – sıcak yiyecekler ve içecekler nedeniyle oral kavite termal bir irritasyona maruz kalmaktadır. Palmer ve ark.<sup>6</sup> doğal diş yüzeyinde meydana gelen en yüksek ve en düşük sıcaklıkları saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada diş yüzeyinde oluşan uç sıcaklık değerlerini 0°C ve 67°C olarak saptamışlardır. Metalik ve metal olmayan dental restoratif materyaller ve dentinin ısı iletkenlik ve ısıl genleşmeleri birbirlerinden belirgin olarak farklıdır. Alınan sıcak-soğuk yiyecekler ile ağızda oluşan sıcaklık artışı ve azalması sonucu diş dokusu ve restoratif materyallerde genleşmeler ve büzülme meydana gelir. Farklı sıcaklıklar ve/veya farklı ısıl genleşme katsayıları ile oluşan hacimsel ısıl genleşmeler sonucu artan gerilimler, diş yapısında çatlak ve kırıklara veya restorasyonda kenar sızıntılarına neden olabilir.<sup>7</sup> Bu yüzden farklı ısıl genleşmeler ve büzülme klinik olarak önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, diş renginde olan

iki post materyalinin (zirkonyum ile güçlendirilmiş tam seramik post ve cam fiber ile güçlendirilmiş kompozit rezin postun) ısısız genleşmeleri ve büzölmeleri sonucunda diş ve çevre dokularda oluşturdukları stres dağılımını üç boyutlu sonlu elemanlar stres analizi ile değerlendirerek iki materyali karşılaştırmak ve diş dokularında oluşan sıcaklık akışını zamana bağlı değerlendirmektir.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız için Wheeler' ın Diş Atlası<sup>8</sup> referans alınarak sol üst kanin diş modellenmiştir. Araştırmada oluşturulan modelde post uzunluğu 15 mm, kron boyu 11,5 mm ve kök boyu 15,5 mm olarak hazırlanmıştır. Çalışma modeli 12308 düğümünden oluşmaktadır. Modelde tam seramik kron, kompozit kor, post materyalleri, diş ve kök dentini, spongiöz ve kompakt kemik dokusunun modellenmesinde 67541 adet tetrahedral (düzgün dörtyüzlü) eleman ve yapıştırıcı siman tabakası ve gutta perkanın modellenmesinde 3536 adet kabuk-üçgen eleman oluşturulmuştur. Çalışma modelinin oluşturulması ve ısısız analizlerin gerçekleştirilmesinde MENTAT software & MARC Analysis solver (MARC Analysis Research Co, California, USA) programı kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan modelde anatomik yapıları taklit etmek amacıyla kortikal ve spongiöz kemik tabakaları hazırlanmıştır. Hazırlanan diş modeli servikal çizginin 1,5 mm apikalinden silindir şeklinde kemik bloğa gömülmüştür. Kortikal kemik, kök boyunca homojen olarak 2 mm, apikal bölgede 3 mm kalınlığında hazırlanmıştır. Ferrule etkisi oluşturmak amacıyla, kronun servikal üçlüsünde, servikal çizginin apikalinde 1,5 mm yüksekliğinde shoulder basamak oluşturulmuştur. Kronun altında, prepare edilmiş kor yapıyı temsil eden yapı, normal anatomik konturlara sahip diş yapısında 2 mm oklüzal redüksiyon ve gingival basamak genişliği 1,5 mm shoulder basamak oluşturacak şekilde 6°

lik aksiyel konverjans açısı ile prepare edildiği varsayılarak oluşturulmuştur. Sonuçta en dış kısımda tam porselen kronu temsil eden, kor ve ferrule etki için hazırlanan servikal shoulder basamağı içerisine alan, kalınlığı insizalde 2 mm gingivalde 1,5 mm olan bir kron yapısı modellenmiştir. Zirkonyum post ve cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin postu taklit etmek amacıyla oluşturulan post modeli, servikal çizginin koronalinde 4 mm ve apikalinde 11 mm olacak şekilde hazırlanmıştır. Post modelinin 7,8 mm uzunluğundaki koronal kısmı 1,4 mm çapında silindirik formda iken, 7,8 mm uzunluğundaki apikal kısmı, 5°18' koniklikte ve 0,8 mm uç çapına sahip olarak sonlanacak şekilde hazırlanmıştır. Postun ve tam porselen kronun yapıştırılması için çalışmada adeziv rezin siman kullanıldığı kabul edilmiştir. Siman kalınlığını taklit etmek amacıyla; kor etrafında, postun servikal çizginin apikalinde kalan aksiyel yüzeyleri üzerinde ve apikal ucunda 75 µm' lik bir kabuk tabaka oluşturulmuştur. Kökün apikal üçlüsünde ise gutta perka için 6 mm uzunluğunda konik bir yapı modellenmiştir.

Isısız iletim ve ısısız stres analizlerinin yapılabilmesi için; çalışmada kullanılan materyallere ait mekanik ve ısısız özellikleri gösteren bazı sabitler Tablo 1.'de gösterilmektedir. Çalışmamızda kortikal ve spongiöz kemik, kök, gutta perka, zirkonyum post, dentin, kompozit kor ve tam porselen kronun homojen ve izotropik olduğu kabul edilmiştir. Araştırmada diğer çalışmalardan farklı olarak, cam fiberle güçlendirilmiş kompozit post homojen ve ortotropik olarak kabul edilmiştir.

Bir materyalin homojen olması; o materyalin tüm noktalarında aynı özelliklere sahip olması anlamına gelmektedir. İzotropik olması ise; genel olarak, bir materyalin her yönde aynı özelliklere sahip olması demektir. Ortotropi ise bir materyalin üç farklı ortogonal yönde farklı özelliklere veya

**Tablo 1.** Araştırmada kullanılan materyallerin ısısal ve mekanik özellikleri.

Materyal	Young Modülü (MPa)	Possion Oranı	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	Isısal Genleşme Katsayısı (1/°C)	Özgül Isı (J/kg/K)	Isısal İletim (W/m/K)
Dentin	14.715	0,31	2.100	$8,3 \cdot 10^{-6}$	280	627,6
Kortikal kemik	14.715	0,30	1.300	$10 \cdot 10^{-6}$	440	586,8
Spongioz kemik	490,5	0,30	1.300	$10 \cdot 10^{-6}$	440	586,8
Tam seramik kron	70.000	0,25	2.400	$17 \cdot 10^{-6}$	980	1.467
Kompozit kor	14.519	0,24	2.100	$39,4 \cdot 10^{-6}$	200	1.087,8
Adeziv rezin yapıştırma simanı	8.300	0,24	2.240	$30 \cdot 10^{-6}$	830	1.094
Gutta Perka	0,69	0,45	2.700	$162 \cdot 10^{-6}$	1042	332,4
Tam seramik post (TP)	210.000	0,23	6.080	$10 \cdot 10^{-6}$	450	2.800
Cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post (CF)	Ortotropik	Ortotropik	2.100	Uzunlamasına: $6 \times 10^{-6} / C$ Enine: $50 \times 10^{-6} / C$	580	1.350

**Tablo 2.** Cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin postun Elastisite Modülü ve Possion oranı.

Young Modülü(GPa)		Poisson Oranı	
$E_L$	45000	$\nu_{LT} = \nu_{LT}^1$	0,24
$E_T = E_T^1$	12000	$\nu_{TL} = \nu_{TL}^1$	0,07
$G_{LT} = G_{LT}^1$	3600	$\nu_{TT}^1$	0,30
$G_{TT}^1$	4600		

dirence sahip olması anlamındadır. Çalışmamızda cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post, ortotropik olarak kabul edilmiş ve materyalin mekanik ve ısıl özellikleri 3 boyutlu olarak her boyutta belirlenen sabitler kullanılarak analizler yapılmıştır.

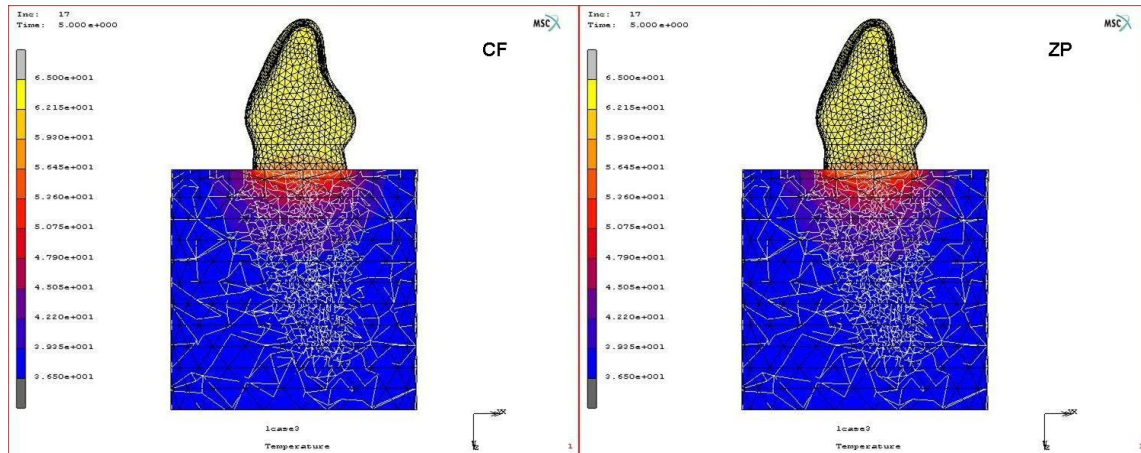
Araştırmada kullanılan materyallerin ısıl ve mekanik özellikleri<sup>7,9,10,11,12</sup> Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmektedir.

Çalışmada, ağız içi sıcaklığın 36,5 °C olduğu kabul edilmiş ve ağza 65°C sıcaklığa sahip gıda alındığı varsayılmış ve 5 sn süreyle bu gıdanın ağızda tutulduğu kabul edilerek sıcak uygulaması yapılmıştır. Analizlerin tamamlanmasından sonra modelde belirlenen çeşitli noktalarda oluşan stres değerleri ve sıcaklık dağılımları zaman kesitlerine göre kaydedilmiş ve elde edilen matematiksel

veriler kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Bu verilerin yanı sıra analizlerin tamamlanmasından sonra kron restorasyonu ve kor birleşim bölgesi, kompozit kor, kole bölgesinde restorasyon ile diş dokusu birleşim bölgesi, post materyalleri ve kök üzerinde meydana gelen en yüksek stres değerlerinin elde edildiği noktalar ve bu noktalarda meydana gelen sıcaklık dağılımları da tespit edilmiştir.

## BULGULAR

Cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post ve tam porselen post uygulanan modellere 65°C ısı uygulamasının zamana bağlı olarak modellerde oluşturduğu sıcaklık dağılımı Resim 1’de gösterilmektedir.



**Resim 1.** 65°C Isı uygulaması sonrası post sistemlerinin 5. sn’ de modelde oluşturdukları sıcaklık dağılımı (CF: cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post, ZP: zirkonyum post).

65°C ısı uygulaması sonrasında cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post sistemi kullanılan ve 5 sn süreyle 65 °C ısı uygulanan modelde; analiz sonucu, seçilen ölçüm noktalarında elde edilen sıcaklık değerlerinin aritmetik ortalaması 52,70°C iken; zirkonyum post sistemi kullanılan modelde bu ortalama 52,92°C bulunmuştur.

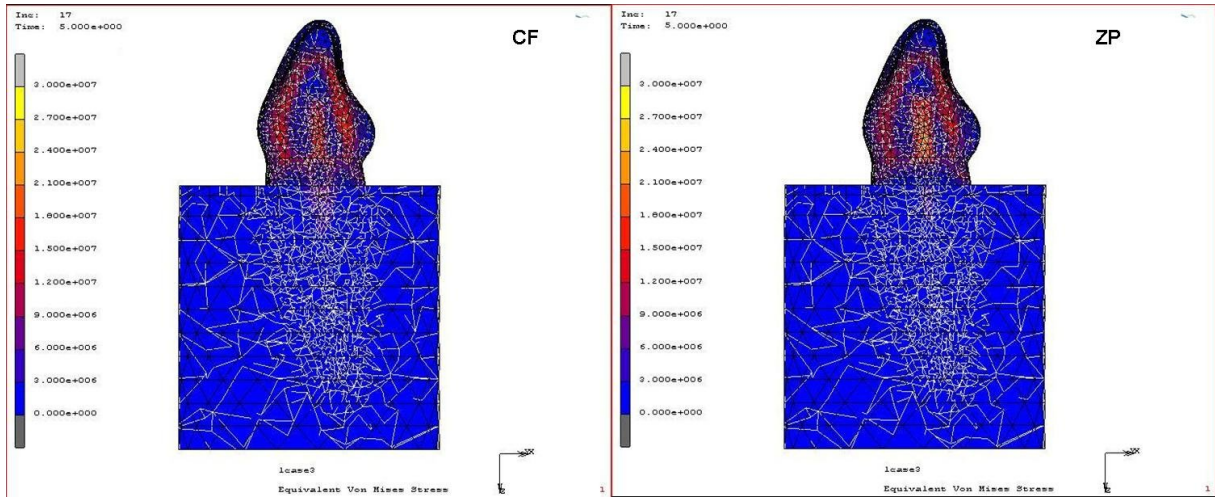
65°C ısı uygulamasını takiben en yüksek stres cam fiber post kullanılan

modelde de, zirkonyum post kullanılan modelde de kök dentini, kompozit kor ve post birleşim bölgesinde oluşmuştur. Bu değerler sırasıyla 13,9 MPa ve 13,2 MPa olarak tespit edilmiştir. Buna ilaveten, modelde ölçüm yapılan noktalarda oluşan stresler sırasıyla tam seramik kron üzerinde daha fazla iken, postların servikal tepe noktasından, postların orta noktasına doğru azalmaktadır. Postların apikal üçlüsünde kök dentini ile birleşim

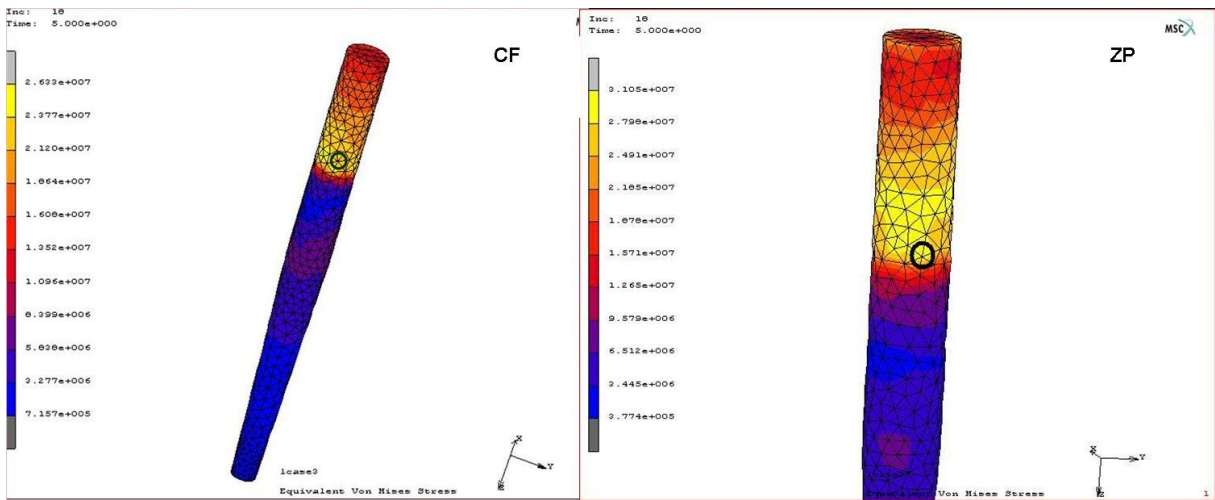
bölgesinde oluşan ısıl stresler azdır ve postların en apikal ucunda ve dışın apikal uç noktasında kayda değer miktarda ısıl stresler ölçülmemiştir.

Cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post ve zirkonyum post uygulanan modele 5 sn 65°C ısı uygulaması sonrası modelde çeşitli bölgelerde oluşan maksimum Equivalent von Mises stres

dağılımlarını gösteren kesit görüntüleri Resim 2’ de yer almaktadır. Çalışma modelinde postlar üzerinde maksimum von Mises stres değerlerinin olduğu noktalar Resim 3’te gösterilmektedir. 65°C ısı uygulamasını takiben modelde bazı bölgelerde oluşan maksimum von Mises stres değerleri Tablo 3’te gösterilmektedir.



**Resim 2.** 65°C Isı uygulaması sonrası post sistemlerinin 5. sn’ de modelde oluşturdukları Equivalent von Mises stres dağılımı (CF: cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post, ZP: zirkonyum post).



**Resim 3.** 65°C Isı uygulaması sonrası cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post (CF) kullanılan modelde post üzerinde ve zirkonyum post (ZP) kullanılan modelde post üzerinde maksimum von Mises stres değerlerinin olduğu noktalar.

**Tablo 3.** 65°C ısı uygulaması sonucu modelde bazı bölgelerde oluşan maksimum von Mises stres değerleri (MPa).

	<b>Kompozit kor üzerinde</b>	<b>Kompozit kor-dentin birleşim bölgesi</b>	<b>Kök dentini üzerinde</b>	<b>Post materyali üzerinde</b>
<b>CF</b>	15,9	13,9	10,4	26,3
<b>ZP</b>	17,7	13,2	9,84	31,3

65°C ısı uygulamasını takiben modelde en fazla ısıl streslerin post materyalleri üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Resim 3). Bu bölgeler; cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin postun ve zirkonyum postun servikal üçlüsünde, orta üçlüye yakın kısımda ve yapıştırıcı siman ile temasta olduğu yüzeydedir. Sırasıyla 26,3 MPa ve 31,3 MPa olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde zirkonyum post üzerinde oluşan ısıl stresin, cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post üzerinde oluşan ısıl stresten belirgin olarak fazla olduğu göze çarpmaktadır.

Her iki post sisteminin kullanıldığı modellerde, kompozit kor üzerinde aynı noktalarda en yüksek ısıl stres değerleri oluşmuştur. Bu bölge, kompozit kor materyali ile postların bağlanma bölgeleridir. Tespit edilen stres değerleri cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post kullanılan modelde 15,9 MPa, zirkonyum post kullanılan modelde 17,7 MPa'dır.

Cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post kullanılan modelde kök dentini üzerinde en yüksek ısıl stres oluşan bölge, kök yüzeyinin yapıştırma ajanıyla temasta olduğu bölgede ve 10,4 MPa iken; tam porselen post kullanılan modelde kök dentini üzerinde en yüksek ısıl stres oluşan bölge, kökün dış yüzeyindeki mine-sement sınırındaki bölgesinde ve değeri 9,84 MPa olarak saptanmıştır.

### TARTIŞMA

Anterior devital dişlerin metal post kor ve tam seramik kronlarla restorasyonu sonucu seramik alt yapısı ve metal post

korun opak yapısı nedeniyle estetik açıdan problemlerin oluşabileceği bildirilmiştir.<sup>13</sup> Ayrıca metal postların servikal kök sahasından yansıyabildiği, post kor yapımında kıymetsiz metal alaşımları kullanıldığında, korozyon ürünlerinin gingival dokularda birikebilir ve kökün renklenmesine de sebep olabileceği rapor edilmiştir.<sup>13</sup> Gelişen estetik ihtiyaçların da etkisiyle günümüzde metal olmayan post sistemleri geliştirilmiştir. Aşırı harabiyet gösteren dişler, diş rengindeki fiber postlar ve tam seramik kronlarla restore edildiğinde mükemmel estetik sonuçlar elde edilebildiği gösterilmiştir.<sup>14</sup>

Buna bağlı olarak çalışmamızda üst kanin dişin post-kor ile restorasyonunu takiben diş rengindeki cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post, zirkonyum post ve tam seramik kronlarla restore edildiği kabul edilmiştir.

Sonlu elemanlar stres analizi kullanılarak yapılan çalışmalarda genellikle diş dokuları ve restoratif materyallerin homojen (izotropik) olduğu kabul edilmiştir.<sup>9,11,15-18</sup> Materyal biliminde "izotropi" kelimesi, materyale özdeş mekanik özelliklerin; materyalin tüm kristal yapısında, her yönde, aynı olması demektir. "Anizotropi" kelimesi, zıt anlamda kullanılmaktadır. "Ortotropi" kelimesi ise, materyal biliminde, bir materyalin üç ortogonal yönde, farklı mekanik özellikler ve farklı mukavemete sahip olması şeklinde tanımlanmıştır. Bunun yanında sonlu elemanlar stres analizi kullanılarak yapılan bazı çalışmalarda diş dokuları ve bazı restoratif materyalleri izotropik, ortotropik özellik

gösteren cam veya karbon fiber post gibi restoratif materyalleri ise; bu özelliklerine uygun olarak ortotropik tanımlayan çalışmalar da mevcuttur.<sup>19,20</sup>

Çalışmamızda materyallerin homojenlik özellikleri göz önünde bulundurulmuş ve tam porselen post izotropik, cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post ise ortotropik olarak tanımlanmıştır. Diğer restoratif materyaller ve diş dokularının literatürdeki benzer çalışmalar örnek alınarak izotropik olduğu kabul edilmiştir.

Diş dokuları ve restoratif materyaller, farklı ısıl özelliklere sahiptir. Oral kavitede değişik sıcaklık dalgalanmaları sonucu oluşan genleşme ve büzülme davranışlarındaki farklılık, restoratif materyaller içinde ve materyaller arasında streslerin yoğunlaşmasına ve mikro hareketlere neden olabilmektedir.

Buna ilaveten farklı sıcaklıklar ve/veya farklı ısıl genleşme katsayıları ile oluşan hacimsel ısıl genleşmeler sonucu artan gerilimlerin diş yapısında çatlak ve kırıklara veya restorasyonda kenar sızıntılarına neden olabileceği bildirilmiştir.<sup>7</sup> Bununla birlikte postun apikal kısmında zaman içinde meydana gelen gerilimlerin oluşturduğu mikro hareket sonucu siman tabakasında bozulmalar olduğu ve bunun da restorasyonlarda başarısızlığa neden olabileceği ifade edilmiştir.<sup>21</sup>

Literatürde ağızda oluşan uç sıcaklıklarda farklı post-kor sistemlerinin restorasyonlarda ve diş dokularında oluşturdukları sıcaklık dağılımları ve ısıl streslerin değerlendirildiği çalışma oldukça azdır.<sup>7,9</sup> Bunun nedeninin, in vitro ve in vivo koşullarda biyomateryaller arasındaki sıcaklık değişikliklerinin ölçümlerindeki güçlükler olabileceği bildirilmiştir.<sup>7</sup> Bununla birlikte in vitro koşullarda doğal dişlerin kullanımı, anatomik farklılıklar, dişlerin heterojen yapıya sahip olması ve ısıl streslerin ölçümünde yaşanan zorluklardan kaynaklanabileceği ifade edilmiştir.<sup>7</sup> Son yıllarda anterior dişlerin estetik rehabilitasyonu amacıyla sık kullanılan diş rengindeki post sistemlerinin

üç boyutlu sonlu elemanlar stres analiz yöntemiyle, ağız içerisinde oluşan kuvvetlere karşı gösterdikleri davranışın incelendiği çalışmalar olmasına karşın, bu sistemlerin ağızdaki uç sıcaklıklarda oluşturdukları ısıl streslerin incelendiği bir çalışmaya ise rastlanamamıştır. Bu yüzden araştırmamızda incelenmek üzere diş renginde olan cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin ve zirkonyum post materyalleri seçilmiştir.

Her iki post sistemi kullanılan modeller arasında genel olarak dişler arasındaki bu ısınma ve soğuma farkının post materyallerinin ısıl iletkenlik katsayıları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde, estetik post sistemleri kullanılarak yapılan ve sonuçların birebir olarak karşılaştırılabileceği benzer bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ancak Yang ve ark.<sup>7</sup>'nin, postların, diş dokuları ve restoratif materyallerde oluşturdukları sıcaklık dağılımı ve ısıl stres analizi çalışmasında, metal postların karbon fiber postla göre daha fazla ısınıp soğuduğu ve bunun da materyaller arasındaki ısıl iletim katsayıları arasındaki farklılıkla paralel olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde Toparlı ve Sasaki<sup>9</sup>'nin çalışmasında ise farklı metalik postlarda elde edilen sıcaklık dağılımlarının, ısıl iletim katsayıları arasındaki farklılıklara paralel olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda incelenen post materyallerinin ısıl iletkenlik katsayıları arasındaki farklılığa paralel olarak elde ettiğimiz sıcaklık değerlerinin, diğer araştırmacıların sonuçlarıyla örtüştüğü ifade edilebilir.

65°C ısı uygulaması sonucu diş çevresindeki kortikal ve spongios kemikte meydana gelen ısı dağılımları çok belirgin değildir. Bunun nedeninin, yine biyomateryallerin ısıl iletkenliklerinin restoratif materyallerden oldukça düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diş dokularındaki sıcaklık artışı ve azalışı, dişe komşu olan bölgelerde daha belirgindir ve kole bölgesinden apikale doğru azalmaktadır. Bu durum, bu



bölgelerin ısısal uyarana uzaklıklarıyla ilişkili olmaları şeklinde açıklanabilir. Diş dokularında elde edilen bu sıcaklık dağılımları diğer çalışmalarla örtüşmektedir.<sup>7,9</sup>

Seçilen ölçüm noktalarında elde edilen stres değerleri incelendiğinde her iki post materyali için de postun diş dokusuna yapıştırma simanı ile bağlandığı ve kompozit kor ile komşu olduğu kole bölgesinde en yüksek stres değerleri olduğu gözlenmektedir. Her iki post materyali için de bu noktada oluşan ısısal stres değerleri birbirine yakın olmakla birlikte zirkonyum post olan modelde daha fazladır.

Güngör ve ark.,<sup>11</sup> çalışmalarının sonucunda, karmaşık yapı gösteren modellerde ısısal streslerin materyaller arasındaki yüzeylerde yoğunlaştığını ifade etmişlerdir. Dolayısıyla postların diş dokusuna yapıştırma simanı ile bağlandığı ve kompozit kor ile komşu olduğu kole bölgesinde elde edilen yüksek stres değeri, diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyusmaktadır. Bu noktada zaman içerisinde tekrarlayan ısısal streslerin postların klinik başarısızlığında rol oynayacağı ve servikal bölgede, siman tabakasında başarısızlıklara neden olabileceği düşünülmektedir. Bu bilgilere ilaveten çalışmamızda zirkonyum post uygulanan modelde bu bölgede elde edilen stress değeri cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post uygulanan modeldekinden 1.2 kat daha yüksektir. Diğer ölçüm noktalarında oluşan streslerin ısısal uyarana olan uzaklıkla ilişkili olarak korondan apikale doğru azaldığı düşünülmektedir.

Her iki post sisteminin kullanıldığı modellerde, kompozit kor üzerinde aynı noktalarda en yüksek ısısal stres değerleri saptanmıştır. Bu bölge, kompozit kor materyali ile postların bağlanma bölgeleridir. Yine zirkonyum post kullanılan modelde ısısal stresler daha yüksek bulunmuştur.

Cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin post kullanılan modelde kök dentini

üzerinde en yüksek ısısal stres oluşan bölge, kök yüzeyinin yapıştırma ajanıyla temasta olduğu bölgededir. Tam porselen post kullanılan modelde ise, kök dentini üzerinde en yüksek ısısal stres oluşan bölge, kökün dış yüzeyindeki mine-sement sınırındaki bölgesinde saptanmıştır.

Her iki post materyali ve her iki sıcaklık için, genel olarak ölçüm noktaları ve en yüksek streslerin olduğu noktalardaki stres değerleri göz önüne alındığında; zirkonyum postun, hem materyalin kendi içerisinde hem diş dokuları ile temasta olduğu yüzeylerde hem de diş dokularında daha fazla ısısal strese neden olduğu ifade edilebilir. Bunun nedeni, iki post materyalinin ısısal genleşme katsayılarının ve ısısal iletim özelliklerinin farklı olması olabilir.

Çalışmamızda restore edilmiş dişin farklı bölgelerinde elde edilen en yüksek stres değerlerinin tümünün materyallerin birbirleriyle bağlantıda olduğu ve yapıştırma simanı ile temasta olduğu alanlarda olduğu dikkati çekmektedir. Isısal analizlerin yapıldığı diğer çalışmalarda, ısısal streslerin materyallerin ara yüzeylerinde yoğunlaştığı bildirilmiştir.<sup>7,9</sup> Çalışma sonuçlarımız bu sonuçlarla uyusmaktadır.

Ağızda oluşan sıcaklık değişimlerinin, farklı ısısal genleşme katsayılarına sahip restoratif materyallerle restore edilen dişlerde ısısal stresler oluşturduğu, bu streslerin ise, materyallerin kendi içinde veya materyaller arasında kırıklara veya kenar sızıntılarına neden olabileceği bildirilmiştir.<sup>7,9,22</sup> Bu ısısal değişiklikler post-kor restorasyonların başarısızlığıyla sonuçlanabilmektedir. Bu durum da klinik olarak önem kazanmaktadır. Bununla birlikte mevcut laboratuvar ve klinik veriler değerlendirildiğinde fiberle güçlendirilmiş postların metal postlara ve zirkonyum postlar gibi diğer diş rengindeki post sistemlere göre daha başarılı sonuçlar verdiğini ifade edilmiştir.<sup>23</sup> Fiberle güçlendirilmiş post sistemleri kullanılarak tedavi edilen endodontik tedavili dişlerin klinik başarısında, koronal diş dokularının

korunması, elastik özelliklerinin dentine yakın olması ve etkin post adezyonunun bu post sistemlerinin başarısında büyük rol oynadığı belirtilmiştir.<sup>23</sup> Çalışmamızda elde edilen sonuçlar ışığında bu post sistemlerinin diş ve çevre dokularda oluşturduğu ısıl stresslerin az olmasının, Goracci ve Ferrari<sup>23</sup>'nin çalışmalarında elde ettikleri sonuçlarla örtüştüğü ve cam fiberle güçlendirilmiş kompozit rezin postların zirkonyum postlara alternatif olarak seçilebilecekleri düşünülmektedir.

### SONUÇ

Genel olarak, tam porselen postun hem post materyalinin kendi bünyesinde, hem diğer restoratif materyallerde hem de diş dokularında daha fazla ısıya neden olduğu ve daha fazla ısıl stres oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmamızda sadece iki estetik post materyali karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte kuartz fiberle güçlendirilmiş rezin postlar, epoksi rezin postlar, polietilen fiberle güçlendirilmiş rezin postlar gibi farklı estetik post materyalleri, farklı estetik tam seramik kron materyalleri veya farklı yapıştırma ajanları gibi parametreler değiştirilerek oluşturulacak kombinasyonlara göre ileri çalışmalar yapmak mümkündür. Buna ilaveten, ısıl streslerin yanı sıra çiğneme kuvvetlerinin de etkisiyle post sistemlerinde ve çevre dokularda stres analizleri yapılabilir ve bu çalışmalar, in vitro ve in vivo çalışmalarla desteklenip geliştirilebilir.

### KAYNAKLAR

1. Qualtrough AJ, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a review. *Oper Dent* 2003;28(1):86-91.
2. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. *J Am Dent Assoc* 2005;136(5):611-619.
3. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. *J Prosthodont* 2001;10(1):26-36. [\[CrossRef\]](#)
4. Ahmad I. Yttrium-partially stabilized zirconium dioxide posts. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18(5):454-465
5. Probst L, Diehl J. Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge restorations. *Quintessence Int* 1992;23(1):25-31.
6. Palmer DS, Barco MT, Billy EJ. Temperature extremes produced orally by hot and cold liquids. *J Prosthet Dent* 1992;67:325-327. [\[CrossRef\]](#)
7. Yang HS, Lang LA, Guckes AD, Felton DA. The effect of thermal change on various dowel-and-core restorative materials. *J Prosthet Dent* 2001;86(1):74-80. [\[CrossRef\]](#)
8. Major VA. Wheeler's Atlas of tooth form. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Saunders Company; 1984.
9. Toparli M, Sasaki S. Finite element analysis of the temperature and thermal stress in a postrestored tooth. *J Oral Rehabil* 2003;30(9):921-926. [\[CrossRef\]](#)
10. Toparli M, Gökay N, Aksoy T. An investigation of temperature and stress distribution on a restored maxillary second premolar tooth using a three-dimensional finite element method. *J Oral Rehabil* 2000;27(12):1077-1081. [\[CrossRef\]](#)
11. Güngör MA, Küçük M, Dündar M, Karaoğlu C, Artunç C. Effect of temperature and stress distribution on all-ceramic restorations by using a three-dimensional finite element analysis. *J Oral Rehabil* 2004;31(2):172-178. [\[CrossRef\]](#)
12. Lenz J, Kessel S. Thermal stresses in metal-ceramic specimens for the ISO crack initiation test (three-point flexure bond test). *Dent Mater* 1998;14(4):277-280. [\[CrossRef\]](#)
13. Koutayas SO, Kern M. All-ceramic posts and cores: the state of the art.

- Quintessence Int 1999;30(6):383-392.
14. Ricketts DNJ, Tait CME, Higgins AJ. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation. *Br Dent J* 2005;198:533-541. [\[CrossRef\]](#)
  15. Lee SY, Chiang HC, Lin CT, Huang HM, Dong DR. Finite element analysis of thermo-debonding mechanism in dental composites. *Biomaterials* 2000;21(13):1315-1326. [\[CrossRef\]](#)
  16. Zarone F, Apicella D, Sorrentino R, Ferro V, Aversa R, Apicella A. Influence of tooth preparation design on the stress distribution in maxillary central incisors restored by means of alumina porcelain veneers: a 3D-finite element analysis. *Dent Mater* 2005;21(12):1178-1188. [\[CrossRef\]](#)
  17. Toparli M, Aykul H, Sasaki S. Temperature and thermal stress analysis of a crowned maxillary second premolar tooth using three-dimensional finite element method. *J Oral Rehabil* 2003;30(1):99-105. [\[CrossRef\]](#)
  18. Toparli M. Stress analysis in a post-restored tooth utilizing the finite element method. *J Oral Rehabil* 2003;30(5):470-476. [\[CrossRef\]](#)
  19. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials* 2002;23(13):2667-2682. [\[CrossRef\]](#)
  20. Lanza A, Aversa R, Rengo S, Apicella D, Apicella A. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. *Dent Mater* 2005;21(8):709-715. [\[CrossRef\]](#)
  21. Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater* 2004;20(1):29-36. [\[CrossRef\]](#)
  22. Arola D, Huang MP. The influence of simultaneous mechanical and thermal loads on the stress distribution in molars with amalgam restorations. *J Mater Sci Mater Med* 2000;11(3):133-140.
  23. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J* 2011;56 Suppl 1:77-83. [\[CrossRef\]](#)