

Bölüm 2

ENDOKRON RESTORASYONLAR

Esra TALAY ÇEVLİK¹
Hicran DÖNMEZ ÖZKAN²

GİRİŞ

Endodontik tedavi görmüş dişler, birçok klinisyen tarafından tercih edilen direkt ve indirekt restorasyonlar da dâhil olmak üzere indirekt tam kron restorasyonlar gibi çeşitli yöntemlerle restore edilebilir (1). Aşırı kron harabiyetli endodontik tedavi görmüş dişlerin tedavisi geleneksel olarak kanal içerisine uygulanan bir post ve kor üzerine uygulanan tam kron restorasyonlar ile yapılmaktadır (2, 3). Fakat, bu tedavi yönteminde, kalan diş dokusunun biyomekanik özellikleri preparasyon sırasında güçsüzleştirilmektedir. Post restorasyonlar uygulanırken oluşabilecek komplikasyonlar, bu tedavi yöntemine alternatif tedavi yöntemlerinin araştırılmasına sebep olmuştur (3-5). Son yıllarda, adeziv teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, aşırı kron harabiyetli endodontik tedavi görmüş dişlerin geleneksel tedavi yöntemlerine bir alternatif olarak endokron restorasyonlar uygulanmaya başlamıştır (6).

TARİHÇE

Endokron restorasyon tekniği ilk kez 1995'te Pissis (7) tarafından kor ve kronu içeren monoblok bir yapı olarak uygulanmıştır. 1999'da Bindl ve Mörmann (8) Pissis'in önerisini geliştirmiş ve 'endokron' terimini, makromekanik olarak pulpa odasının iç kısmına sabitlenen ve kalan diş dokularına adeziv simantasyonla simante edilerek mikromekanik retansiyonu sağlanan bir CAD/CAM tam seramik kronu tanımlamak için kullanmışlardır.

TANIM

Endokron, çevresel bir butt-joint marjini ve pulpa odası boşluğuna uzanan merkezi bir tutucu özelliği olan tam kapamalı restorasyon olarak tanımlanır (7).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Protetik Diş Tedavisi AD, Diş Hekimliği Fakültesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, esra.talay.cevlik@adu.edu.tr

² Dr. Öğr. Üyesi, Endodonti AD, Diş Hekimliği Fakültesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, hicran.donmez@adu.edu.tr

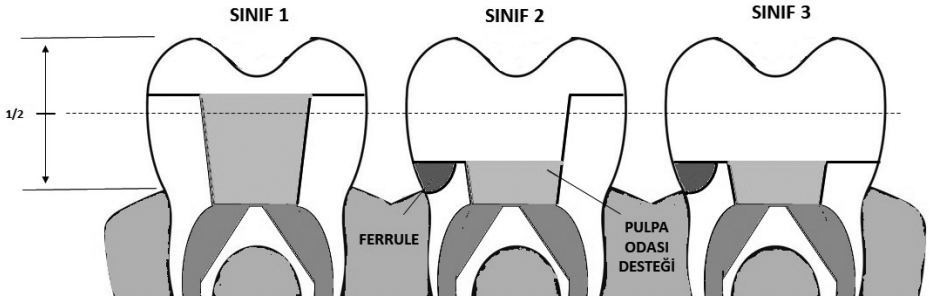
Makromekanik retansiyonu pulpal duvarlar ve kavite marjinlerinden; mikromekanik retansiyonu ise adeziv simantasyon aracılığıyla sağlayan monolitik restorasyonlardır (8). Literatür incelendiğinde, endokron restorasyonların dental ark üzerindeki aşırı kron harabiyetli tüm dişlere - kesici dişler (9), premolar dişler (10) ve molar dişler (10, 11) - uygulanabildiği bildirilmiştir. Molar dişlerle kıyaslandığında, premolar dişlerin genişlikleri daha dardır ve bu nedenle endokron restorasyonlarda tutuculuğun sağlanacağı yüzey alanları daha küçüktür. Ayrıca molar dişlere göre premolar dişlerin kron tabanı ile kron boyu oranı daha fazla kaldırıcı kuvvetine neden olur ve bu nedenle premolar dişler horizontal kuvvetlere daha fazla maruz kalır. Tüm bu nedenlerle endokron restorasyonlar yoğunlukla molar dişlerde uygulanmaktadır (6, 10, 12). Thomas ve ark. 'nın (13) yaptığı sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasının sonuçlarına göre, premolar ve molar dişlere yapılan endokron restorasyonlar, benzer başarı oranları göstermiş endokronların başarısızlık oranları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum premolarların da endokron restorasyonlar için uygun birer aday olarak kabul edilebileceğini düşündürmektedir. Endokronları premolar dişler için umut vadeci bulan başka bir sistematik derleme daha mevcuttur (14). Ancak Thomas ve ark. (13) yaptıkları sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasına dahil edilen çalışmaların metodolojik sınırlamaları nedeniyle, restorasyonların klinik performanslarını doğrudan karşılaştıran daha kaliteli ve özel olarak tasarlanmış çalışmalara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Post - kor kron restorasyonları biyomekanik kısıtlamaların olduğu bazı durumlarda kontrendikedir (15). Bu gibi durumlarda endokron restorasyonlar tercih edilebilmektedir. Endokronlar; aşırı eğimli, çok geniş, çok ince ya da kırılmaya eğilimli kanalı olan dişlerde, klinik kron boyunun yetersiz olduğu, yeterli interokluzal mesafenin olmadığı, aşırı madde kaybı olan ve yeterli ferrule etkisinin oluşturulamayacağı vakalarda endikedir (15). Ancak, pulpa odası derinliğinin 3 mm'den, servikal marjin genişliğinin 2 mm'den az olduğu vakalarda, restoratif materyal ve endokron arasında yeterli adeziv bağlantı alanı sağlanamayacağı için endokron restorasyonlar kontrendikedir (16).

ENDOKRON RESTORASYONLARIN SINIFLANDIRILMASI

Sınıflama, preparasyon sonrası kalan diş dokusu miktarı dikkate alınarak yapılmaktadır. Üç grup altında incelenir.

1. Diş preparasyonu sonrasında, dişin en az iki sağlam duvarı bulunmaktadır.
2. Diş preparasyonu sonrasında, dişin en fazla bir duvarı orjinal yüksekliğinin yarısından daha fazla bir yüksekliğe sahiptir.
3. Diş preparasyonu sonrasında, tüm diş duvarları orijinal yüksekliğinin yarısından daha düşüktür (Şekil 1) (17).



Şekil 1. Preparasyon sonrası kalan diş dokusu miktarına göre oluşturulan endokronların sınıflandırılması (18).

AVANTAJLARI

Endokron restorasyonlar, yeterli yüzey alanı olduğunda makroretantif preparasyona ihtiyaç duyulmayan tek parça üretilebilen restorasyonlardır (8, 11, 19). Minimal invazivdir ve klinikte geçirilen zaman daha kısadır. Preparasyonu sırasında kök kanalı içerisinde post yuvası hazırlanmamakta ve kor yapının oluşturulmasına gerek kalmamaktadır. Bu sayede, post restorasyonlarının oluşturabileceği iatrojenik kök kırıklarının da önüne geçilmiş olmaktadır. Endokron restorasyonlarda kavite, pulpa odasından apikal bölgeye doğru genişletilir ve adeziv bağlanma ile birlikte retansiyon alanı artırılarak, çığneme hareketleri sırasında oluşan lateral kuvvetlerin pulpa odasına iletilmesi sağlanır. Bu sayede endokron restorasyonlarda, postların köke uyguladığı horizontal kuvvetlerin azaltılmış olacağı bildirilmiştir (8, 11, 20, 21).

POST-KOR RESTORASYONLARA GÖRE AVANTAJLARI:

1. Estetik bir uygulamadır.
2. Minimal invaziv, diş dokusunu koruyucu bir yaklaşımdır.
3. Biyolojik olarak uyumludur.
4. Preparasyonu supragingivaldir. Periodontal problem oluşturmaz.
5. Toksik ya da alerjen değildir.
6. Yapısal farklılık gösteren; aşırı eğimli, çok geniş, çok ince ya da kırılmaya eğilimli kanalı olan dişlerde de uygulanabilmektedir.
7. İnterokluzal mesafenin yetersiz olduğu durumlarda kullanılabilir.
8. Post preparasyonu sırasında oluşabilecek kökte perforasyon, kırılma ve kökü zayıflatma risklerini oluşturmamaktadır.
9. Klinikte geçirilen süre kısalmaktadır (22).

PREPARASYONU

Preparasyonun amacı, azı dişlerinde sık görülen basma gerilmelerine direnen geniş ve stabil bir yüzey elde etmektir (23). Hazırlanan yüzey, dişin ana eksenine boyunca stres direnci sağlamak için okluzal düzleme paraleldir (16). Endokronlu dişlerdeki stres seviyeleri, protetik kronlu dişlere göre daha düşüktür (24, 25).

Endokron preparasyonuna başlamadan önce diş üzerindeki tüm eski restorasyonlar kaldırılmalı, varsa çürük dokular tamamen temizlenmelidir (26). Sulkus içerisine bir retraksiyon kordu yerleştirildikten sonra preparasyona başlanması önerilmektedir (7, 8). Endokron preparasyonu, 1.0 – 1.2 mm derinliğinde çevresel servikal marjinlerden ve pulpa odasındaki kaviteden oluşmaktadır (7, 8). Endokron ile restore edilecek dişler standardize edilemeyeceğinden kavite preparasyon derinlikleri de vaka bazında değişiklik göstermektedir. Pissis (7) retansiyon kavitesi derinliklerini premolar dişler için 3 mm çap ve 5 mm derinlik ve molar dişler için 5 mm çap ve 5 mm derinlik olarak önermesine rağmen literatürde, optimum retansiyon ve direnç özelliklerinin sağlanabilmesi için 2 mm'lik bir merkezi tutuculuğun yeterli olabileceğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (27, 28). Preparasyon, kırık oluşmasını engelleyecek ve restoratif materyale yeterli kalınlığı sağlayacak şekilde planlanmalıdır (7, 26). Ayrıca, preparasyonda 2 ile 3 mm arasında kuspal redüksiyon önerilmektedir (29, 30). Restoratif materyalin daha iyi adapte olmasını sağlamak ve iç stresleri azaltabilmek için preparasyonun iç açılı keskin olmamalıdır. Bu sebeple ucu ve kenarları yuvarlatılmış frezler kullanılmalıdır. Restorasyon adeziv yöntemlerle simante edileceğinden gerektiği hallerde okluzale doğru koverjans açısı arttırılabilir. Frez dişin uzun aksı boyunca kullanılarak vertikal duvarlar oluşturulur. Ölçü alımı ve restorasyonun uyumlanması aşamalarında sorun yaşanmaması için preparasyonda kesinlikle undercut bırakılmamalıdır (26).

Pulpa odası boşluğu da tutuculuk ve stabilite sağlar. Mandibular molarlarda trapez şekli ve maksiller molarlarda üçgen şekli restorasyonun stabilitesini artırır ve bu nedenle ek preparasyona ihtiyaç yoktur. Pulpa tabanının eyer formu stabilizeyi artırır. Bu anatomi, bonding materyalinin adeziv özellikleri ile birlikte, sonradan dahil olan kök kanallarının daha fazla retansiyon için kullanılmasını gereksiz kılmaktadır (16).

Pulpa odasına gelindiğinde siman ve güta perka artıkları temizlenmeli, pulpa odası anatomik yapıya uygun bir şekilde şekillendirilmelidir. Pulpa odası duvarları 8 - 10°'lik bir yerleşim açısı ile şekillendirilir (8, 19). Koronal mikrosızıntıları engellemek için kök kanal ağızları ile kavite tabanı ışık ile polimerize olan cam iyonomer siman ile kapatılır. Pulpa odasında hazırlanan kavitede düzensizlikler varsa bu bölgeler rezin kompozit ile doldurulabilir bu sayede pulpa odasının ta-

banı düz bir şekilde hazırlanabilir. Kavite basamaklı hazırlanıp uygun bir frez yardımıyla pürüzsüzleştirilmektedir. Bu sayede pulpa odasında 1 - 3 mm yükseklikte santral retansiyon kavitesi oluşturulur. Koronal duvarlar restorasyonun giriş yolunu engellememesi için 4°'lik bir koverjans ile prepare edilir (26). Bindl ve ark. (8) koronal desteğin sağlanabilmesi için kavite derinliğinin 2 - 4 mm arasında olması gerektiğini belirtmiştir. Yeterli destekliğin sağlanabilmesi için koronal diş duvarlarının kalınlığı en az 2 mm olmalıdır bu nedenle kalan koronal diş duvarlarının boyutu bir kalınlık ölçer yardımı ile ölçülür ve kontrolü sağlanır (26).

Duvarlar arası geçişler yaklaşık 90° olacak şekilde şekillendirilir. Kavite kenarlarında belirgin bir undercut bulunuyorsa ışık ile polimerize olan cam iyonomer siman aracılığıyla bu bölgeler bloke edilir (26). İyi bir bağlanma sağlanması için mine dokusu mümkün olduğunca korunmalı, supragingival marjinler hazırlanmalıdır (26, 29, 30).

Endokronların okluzal kalınlığı 3 - 7 mm arasında değişmektedir (31).

Tsai ve ark.(32) okluzal kalınlığın artmasıyla seramik kronların kırılma dayanımlarının arttığını göstermişlerdir. Mörmann ve ark. (31) 5.5 mm okluzal kalınlığa sahip endokronların kırılma dayanımlarının, 1.5 mm okluzal kalınlığa sahip klasik preparasyonlu seramik kronlardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Preparasyonu tamamlanan endokron restorasyonların ölçüsü konvansiyonel veya dijital ölçü yöntemleri ile alınabilir (33). Veselinović ve ark. (20) güçlendirilmiş seramik materyalden farklı üretim teknikleriyle endokron üretmiş ve her iki sistemin de başarılı klinik sonuçları olduğunu belirtmişlerdir. Ancak dijital ölçü ile üretilen endokronlarda, restorasyonun kanallara doğru uzanan kısmının optik ölçünün sınırlamaları nedeniyle daha kısa olabileceği ve retansiyon kaybına neden olabilecek bu durumun adeziv simantasyon sayesinde kompanse edilebileceği bildirmişlerdir.

GÜNÜMÜZDE KULLANILAN ENDOKRON MATERYALLERİ

Başlangıçta, endokron üretimi için kullanılan materyaller heat-press tekniği ya da sonraları CAD/CAM teknolojisi kullanılarak üretilen alümina ya da spinell ile güçlendirilmiş silika bazlı olmayan seramikler ve silika bazlı feldspar seramiklerdi (8). Daha sonra, cam seramikler; hidroflorik asit kullanımı veya hava aşındırması ile yüzey modifikasyonu avantajı sağladıkları ve bu şekilde diş dokularına olan adezyonları iyileştirdiği için tercih edilen malzeme oldular. Literatüre göre, lösit veya lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramikler, feldspatik cam seramikler ve kompozit rezinden daha yüksek eğilme dayanımı sergiledikleri ve çiğneme sırasında okluzal kuvvetlere dayanabildikleri için endokronların üretimi için en iyi seçenek olmuşlardır (10, 11, 34, 35). Bununla birlikte, üreticiler tarafından kom-

pozit rezin ve seramiğin özelliklerini birleştiren hibrit materyallerle ilgili çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Sonuç olarak yeni birçok hibrit CAD/CAM materyali piyasaya sunulmuştur. Son literatüre göre, kompozit malzemeler seramikten daha esnektir, bu durum kavite duvarlarına aktarılan gerilmeler üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir (36). Sedrez-Porto ve ark. (37) 2020 yılında yapmış oldukları araştırmalarında direkt endokron restorasyonların üretimi için daha iyi mekanik davranış sergileyen materyalleri araştırmış, çalışmanın sonucunda büyük diş restorasyonları üretirken rezin bazlı restoratif materyallerin daha geleneksel olarak kullanılan cam seramikler veya kök kanal post sistemleri yerine kullanılacak ilginç bir tedavi alternatifi olduğunu öne sürmüşlerdir. Govare ve Contrepolis (14) 2020 yılında yayınlanladıkları sistematik derlemelerinde, endokron üretiminde kullanılan mevcut malzemeler arasında lityum disilikat cam - seramik ve nano dolgulu kompozit rezin materyallerin öne çıktığını belirtmişlerdir.

ENDOKRON İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Taha ve ark. (38), marjin tasarımlarının değiştirilmesinin, endodontik tedavi görmüş polimer-infiltrate seramik endokron restorasyonlarla restore edilmiş dişlerin kırılma direncine etkisini değerlendirdikleri bir in-vitro çalışma gerçekleştirmiştir. Aksiyal redüksiyon ve shoulder bitiş çizgisine sahip endokronların butt marjin tasarımına sahip endokron restorasyonlara göre daha yüksek ortalama kırılma direnci değerleri gösterdiklerini ortaya koymuşlardır.

Einhorn ve ark.(39) ferrule yüksekliğinin mandibular molar endokronların kırılma direncine etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, ferrule içeren endokron preparasyonlarının, standart endokron restorasyonlardan önemli ölçüde daha büyük başarısızlık yükleri gösterdiğini belirtmiştir. 1 mm ferrule preparasyonu tasarımı içeren endokron preparasyonlarında daha düşük katastrofik başarısızlık gözlenmiş; bununla birlikte, ferrule varlığından bağımsız olarak, tüm endokron restorasyonların yüksek oranda katastrofik başarısızlıklara maruz kaldığını, ancak bu durumun normal çiğneme fonksiyonu altında bildirilenden daha büyük yüklerde olduğunu belirtmişlerdir.

2018 yılında Dartora ve (40) pulpa odası içerisine farklı endokron uzantıları kullanılarak restore edilen endodontik tedavi görmüş dişlerin biyomekanik davranışını değerlendirmiş; endokronların pulpa odası içerisine daha fazla uzamasının daha iyi mekanik performans sağladığı sonucuna varmıştır. 5 mm'lik bir uzatma, daha düşük kırılma direnci ve fonksiyon sırasında restorasyonu döndürme olasılığı yüksek olan 1 mm'lik bir uzatmadan daha düşük yoğunluk ve daha iyi bir stres dağılım modeli sunmuştur (41).

Sedrez-Porto ve ark. (6) endokron restorasyonları kök içi postlar, direkt kompozit rezin ya da inlay/onlay restorasyonlar gibi geleneksel tedaviler ile kıyaslayan

linik (sağkalım) ve in-vitro (kırılma-dayanım) çalışmaları değerlendirdikleri sistematik derlemede; endokronların geleneksel tedavilere benzer ya da daha iyi performans sergilediği bilgisine ulaşmışlardır.

Altier ve ark. (42) lityum disilikat seramik ve iki farklı indirekt kompozit rezin (Solidex kompozit ve Gradia kompozit) ile yapılmış üç farklı endokronun kırılma direncini karşılaştırmış ve lityum disilikat seramik endokronların indirekt kompozit rezin gruplara göre daha yüksek kırılma dayanımı sergilediğini belirlemişlerdir.

Lityum disilikat bazlı seramiklerle yapılan endokronların adeziv özellikleri nedeniyle en iyi restoratif materyaller arasında sayıldığı gösterilmiştir; ayrıca bu restorasyonlar rezin siman ile mikromekanik kenetlenmeyi desteklemektedir (11, 43).

2018 yılında, Tribst ve ark. (44) bir restoratif materyal tipinin endokron restorasyonların biyomekanik davranışı üzerindeki etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında Lösitin daha iyi bir stres dağılımı sunduğu, endokron restorasyonların üretimi için lityum disilikata umut verici bir alternatif olabileceği sonucuna varmıştır.

Skalskyi ve ark. (45) dental endokron restorasyonlarda kullanılan farklı restoratif materyallerin kırılma direncini karşılaştırmış, diş restorasyonlarında restoratif materyallerin mekanik davranışlarının değiştiğini göstermişlerdir. Zirkonyum dioksit endokron çatlayarak dişte çatlak ilerlemesine neden olmuştur. Ayrıca endokron materyali olarak metal seramiğin kullanımının klinik kullanım sırasında en düşük başarısızlık riskini sağlayabileceği ve en yüksek kırılma mukavemetine sahip olduğu da gösterilmiştir.

Yakın tarihli bir çalışmada, Zoidis ve ark. (46) polietereketon (PEEK)'u endokron restorasyonlar için alternatif bir alt yapı malzemesi olarak önermişlerdir. İndirekt kompozit rezin ile veneerlenmiş polietereketon alt yapının elastik modülünün (4 GPa), okluzal kuvvetleri azaltarak diş yapılarını seramik materyallerden daha iyi koruyabileceğini göstermişlerdir. Ancak daha fazla uzun vadeli klinik kanıt gereklidir.

Belleflamme ve ark.'na (18) göre, yoğun koronal doku kaybı ile brüksizm veya olumsuz okluzal ilişkiler gibi okluzal risk faktörlerinin varlığında bile, endokronlar ciddi şekilde hasar görmüş azı ve küçük azı dişlerini onarmak için güvenilir bir yaklaşım olabilir.

SONUÇ

Al-Dabbagh'ın (47) 2021 yılında yayınladığı sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında da belirttiği gibi endokronların; seçilmiş hastalarda endodontik olarak tedavi edilmiş posterior dişler için kabul edilebilir uzun süreli sağ kalım ile umut verici bir konservatif tedavi seçeneği olabileceği ancak konu ile ilgili uzun vadeli iyi tasarlanmış ek klinik çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Salehrabi R and Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *Journal of endodontics* 2004; 30: 846-850.
2. Ree M and Schwartz RS. The endo-restorative interface: current concepts. *Dental Clinics* 2010; 54: 345-374.
3. Assif D and Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry* 1994; 71: 565-567.
4. Ross IF. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. *Journal of endodontics* 1980; 6: 560-565.
5. Soares CJ, Santana FR, Silva NR, et al. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *Journal of Endodontics* 2007; 33: 603-606.
6. Sedrez-Porto JA, da Rosa WLdO, da Silva AF, et al. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry* 2016; 52: 8-14.
7. Pissis P. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD* 1995; 7: 83-94.
8. Bindl A and Mörmann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years-preliminary results. *Journal of Adhesive Dentistry* 1999; 1.
9. Zarone F, Sorrentino R, Apicella D, et al. Evaluation of the biomechanical behavior of maxillary central incisors restored by means of endocrowns compared to a natural tooth: a 3D static linear finite elements analysis. *Dental Materials* 2006; 22: 1035-1044.
10. Bindl A, Richter B and Mörmann WH. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. *International Journal of Prosthodontics* 2005; 18.
11. Biacchi G and Basting R. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Operative dentistry* 2012; 37: 130-136.
12. Stricker EJ and Göhring TN. Influence of different posts and cores on marginal adaptation, fracture resistance, and fracture mode of composite resin crowns on human mandibular premolars. An in vitro study. *Journal of dentistry* 2006; 34: 326-335.
13. Thomas RM, Kelly A, Tagiyeva N, et al. Comparing endocrown restorations on permanent molars and premolars: A systematic review and meta-analysis. *British Dental Journal* 2020; 1-9.
14. Govare N and Contrepolis M. Endocrowns: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry* 2020; 123: 411-418. e419.
15. El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN and Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Operative dentistry* 2015; 40: 201-210.
16. Fages M and Bennisar B. The endocrown: a different type of all-ceramic reconstruction for molars. *J Can Dent Assoc* 2013; 79: d140.
17. Lise DP, Van Ende A, De Munck J, et al. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *Journal of dentistry* 2017; 59: 54-61.
18. Belleflamme MM, Geerts SO, Louwette MM, et al. No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth: An up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *Journal of Dentistry* 2017; 63: 1-7.
19. Biacchi GR, Mello B and Basting RT. The endocrown: an alternative approach for restoring extensively damaged molars. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2013; 25: 383-390.
20. Veselinović V, Todorović A, Lisjak D, et al. Restoring endodontically treated teeth with all-ceramic endo-crowns: case report. *Stomatološki glasnik Srbije* 2008; 55: 54-64.
21. Dietschi D, Duc O, Krejci I, et al. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence International* 2008; 39.

22. Hasanoğlu Aydın D. Cam Seramik Endokronların Biyomekaniksel Özelliklerinin Preklinik ve Klinik Olarak Değerlendirilmesi. 2012.
23. Zogheib LV, Saavedra GdSFA, Cardoso PE, et al. Resistance to compression of weakened roots subjected to different root reconstruction protocols. *Journal of Applied Oral Science* 2011; 19: 648-654.
24. Lin CL, Chang YH, Chang CY, et al. Finite element and Weibull analyses to estimate failure risks in the ceramic endocrown and classical crown for endodontically treated maxillary premolar. *European journal of oral sciences* 2010; 118: 87-93.
25. Dejak B and Mlotkowski A. 3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation. *Dental Materials* 2013; 29: e309-e317.
26. Tuncer D, Çelik Ç, Yamanel K, et al. 1 year clinical evaluation of microhybrid composites used in the restoration of non-cariou cervical lesions. *Oral health and dental management* 2014; 13: 366-371.
27. Magne P, Carvalho A, Bruzi G, et al. Influence of no-ferrule and no-post buildup design on the fatigue resistance of endodontically treated molars restored with resin nanoceramic CAD/CAM crowns. *Operative dentistry* 2014; 39: 595-602.
28. Forberger N and Göhring TN. Influence of the type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode of lithia disilicate-based all-ceramic crowns. *The Journal of prosthetic dentistry* 2008; 100: 264-273.
29. Moore P. Cerec Doctors Publications. *Charlotte, NC, Dentsply Sirona* 2013.
30. Lander E and Dietschi D. Endocrowns: a clinical report. *Quintessence international* 2008; 39.
31. Mörmann WH, Bindl A, Lüthy H, et al. Effects of preparation and luting system on all-ceramic computer-generated crowns. *International Journal of Prosthodontics* 1998; 11.
32. Tsai Y-L, Petsche PE, Anusavice KJ, et al. Influence of glass-ceramic thickness on Hertzian and bulk fracture mechanisms. *International Journal of Prosthodontics* 1998; 11.
33. Güven MÇ and YILDIRIM G. Endokron restorasyonlar. *Selcuk Dental Journal*; 6: 201-205.
34. Otto T. Computer-aided direct all-ceramic crowns: preliminary 1-year results of a prospective clinical study. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2004; 24.
35. Zhu J, Rong Q, Wang X, et al. Influence of remaining tooth structure and restorative material type on stress distribution in endodontically treated maxillary premolars: A finite element analysis. *The Journal of prosthetic dentistry* 2017; 117: 646-655.
36. Ramirez-Sebastian A, Bortolotto T, Roig M, et al. Composite vs ceramic computer-aided design/computer-assisted manufacturing crowns in endodontically treated teeth: analysis of marginal adaptation. *Operative dentistry* 2013; 38: 663-673.
37. Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Cenci MS, et al. Which materials would account for a better mechanical behavior for direct endocrown restorations? *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials* 2020; 103: 103592.
38. Taha D, Spintzyk S, Schille C, et al. Fracture resistance and failure modes of polymer infiltrated ceramic endocrown restorations with variations in margin design and occlusal thickness. *Journal of prosthodontic research* 2018; 62: 293-297.
39. Einhorn M, DuVall N, Wajdowicz M, et al. Preparation ferrule design effect on endocrown failure resistance. *Journal of Prosthodontics* 2019; 28: e237-e242.
40. Dartora NR, de Conto Ferreira MB, Moris ICM, et al. Effect of intracoronal depth of teeth restored with endocrowns on fracture resistance: in vitro and 3-dimensional finite element analysis. *Journal of endodontics* 2018; 44: 1179-1185.
41. Silva-Sousa Y, Gomes E, Dartora N, et al. Mechanical behavior of endodontically treated teeth with different endocrowns extensions. *Dental Materials* 2017; 33: e73-e74.
42. Altier M, Erol F, Yıldırım G, et al. Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite endocrowns. *Nigerian journal of clinical practice* 2018; 21: 821-826.

43. Gresnigt MM, Özcan M, van den Houten ML, et al. Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces. *Dental materials* 2016; 32: 607-614.
44. Tribst JPM, Dal Piva AMdO, Madruga CFL, et al. Endocrown restorations: Influence of dental remnant and restorative material on stress distribution. *Dental Materials* 2018; 34: 1466-1473.
45. Skalskyi V, Makeev V, Stankevych O, et al. Features of fracture of prosthetic tooth-endocrown constructions by means of acoustic emission analysis. *Dental materials* 2018; 34: e46-e55.
46. Zoidis P, Bakiri E and Polyzois G. Using modified polyetheretherketone (PEEK) as an alternative material for endocrown restorations: A short-term clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry* 2017; 117: 335-339.
47. Al-Dabbagh RA. Survival and success of endocrowns: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of prosthetic dentistry* 2021; 125: 415. e411-415. e419.