

## BÖLÜM 3

### ENDOKRON RESTORASYONLARIN BAŞARISINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Hilal GÜLGEZEN AYDIN<sup>1</sup>  
Gülçin CAGAY SEVENCAN<sup>2</sup>

#### GİRİŞ

Madde kayıplı endodontik tedavili dişlerin rehabilitasyonu, özellikle pulpa ve çevre dentin dokularının kaybıyla ilişkili dayanıklılıklarının azalması nedeniyle klinisyenler için sorun oluşturmaya devam etmektedir (1). Endodontik tedavinin tamamlanmasının ardından en uygun daimi restorasyona ilişkin, optimal restorasyon tipi ve materyali konusunda tanımlanmış bir kılavuz eksikliği vardır (2). Yeni adeziv ve seramik malzemelerin yanı sıra dijital tarama ve üretim teknolojisinin hızlı gelişimi, klinisyenlere endodontik tedavili dişlerin restorasyonu için çok daha fazla seçenek sunmaktadır. Endodontik tedavili dişlerin yapısal bütünlüğüne katkıda bulunan ve mümkün olduğunca çok diş yapısını koruyan restorasyonlar, uzun vadeli prognozu iyileştirmektedir.

Ciddi derecede hasar görmüş dişlerde post-endodontik kron restorasyonlarının diş veya kök kırılmasını önlemek için 'ferrule tasarımının' hazırlanması son derece önemlidir (3,4). İdeal olarak bu tasarım, 2 mm'lik sirküler preparasyonu sağlamak ve 2-3 mm' lik biyolojik bir genişliği güvence altına almak için minimum 4-5 mm suprakrestal diş dokusu gerektirir, ancak klinik olarak her zaman mümkün değildir. Sonuç olarak, önemli miktarda doku kaybı bulunan endodontik tedavili dişlerde, cerrahi kron uzatma veya ortodontik ekstrüzyon gibi işlemlere ihtiyaç duyulabilir. Cerrahi kron uzatma, kök dentinindeki stres ve gerilim birikimini arttıracak biçimde kron-kök oranını değiştirerek restorasyonun kırılma dayanımını ve uzun vadeli güvenilirliğini olumsuz etkileyebilir (5,6).

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD., hgaydin@nku.edu.tr,

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD., gsevincan@nku.edu.tr,

Geleneksel olarak intraradiküler postların kullanımıyla elde edilen tüm klinik başarıya rağmen, bu sistemin dezavantajı, postu kök kanalına yerleştirebilmek için gereken sağlam dokunun çıkarılması gerekliliğidir (7); ek olarak, bu prosedürün restore edilmiş dişlerin genel biyomekanik davranışını etkilediği bildirilmiştir (8). Endokronlar intraradiküler post, kor ve kronu tek bir bileşende birleştirir (9,10). İntraradiküler postların kullanıldığı geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak, endokron restorasyonlar pulpa odasının iç kısmına ve kavite kenarlarına sabitlenir, böylece pulpa odası duvarları ve adeziv simantasyon tarafından sağlanan makro ve mikro mekanik retansiyon ile sağlanmış olur (11,12). Diş/restorasyon arayüzüne iletilen çigneme stresleri, endokron varlığında restore edilmiş diş yapısı boyunca daha düzgün bir şekilde dağılır (13). Bu nedenle endokronlar, post kavitesi veya ferrule tasarım hazırlığına gerek kalmadan uygulanabildiği için endodontik tedavi dişlerin restorasyonunda daha konservatif bir yaklaşımdır. Daha homojen stres dağılımı için 6-12° sapma açısına sahip 3 mm derinlikte merkezi retansiyon kavitesi (14,15) ve en az 2 mm'lik servikal bitim sınırının hazırlanması tavsiye edilmektedir (16). Rezidüel diş dokusunun toplam diş hacminin yarısı veya yarısından fazla olduğu durumda ve oklüzyonun uygun olması koşuluyla, yapısal olarak bozulmuş posterior endodontik tedavi dişler için endokronlar uygulanabilir (17). Ayrıca en az 3 mm pulpa içi oda derinliği, 2 mm aksiyal duvar kalınlığı olmak şartıyla klinik kron yüksekliği kısa, geniş koronal kaybı olan endodontik tedavi dişlerde, kavitsli ve ince köklerin, kalsifiye kök kanallarının varlığında endikedir (18).

## **ENDOKRON RESTORASYONLARIN SAĞKALIM VE BAŞARI ORANLARI**

Yakın zamanda yapılan sistematik incelemeler ve meta-analizler, endokronlar için molar dişlerde (%72-99) ve premolar dişlerde (%68-100) 3-19 yıllık takip aralığında yüksek başarı oranları göstermekte ve diş tipleri arasında anlamlı bir fark ortaya koymamaktadır (19). Endokronlar ve geleneksel post-core kron restorasyonları için karşılaştırılabilir sağkalım ve başarı oranları tespit edilerek (20), endokronların endodontik tedavi molar ve premolar dişler için güvenilir bir tedavi seçeneği olduğu bildirilmiştir. Kesici dişler için, mevcut az sayıda çalışma ve gözlemlenen çelişkili sonuçlar, endokronların kullanımına ilişkin herhangi bir sonuç çıkarmayı mümkün kılmamaktadır (21,22).

Endokronlar ve geleneksel kronlar için beş yıllık başarı oranları sırasıyla %77 ve %94 iken sağkalım oranları sırasıyla %91.4 ve %98.3 olarak bildirilmiştir (20). Endokron restorasyonların posterior dişlerin restorasyonu için iyi bir seçenek olabileceği bildiren çalışmaların yanı sıra (19,20,23,24) bazı çalışmalar indirekt restorasyonların önerilmesi için yeterli kanıt bulunmadığını (25); ve post-kor restorasyonlarının daha iyi klinik performansla sahip olduğunu, bunu endokronlar ve postsuz kronların izlediğini bildirmişlerdir. (26) Güncel bir derlemede (27) seramik kronlar, onleyle ve endokronlar gibi seçeneklerin posterior endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda metal kronlara benzer klinik performans sergilediği tespit edilmiştir. Ploumaki ve ark. (28), endodontik tedavili dişleri restore etmek için tek kronların en iyi restoratif seçenek gibi görüldüğünü bildirmişlerdir. Papiia ve ark. (29) restoratif materyal olarak feldspatik seramik endokronların endodontik tedavili dişler için potansiyel sunduğunu ortaya koymuşlardır. Bir başka sistematik derleme (30) kron desimantasyonunun sık görülen bir başarısızlık tipi olduğunu belirlemiştir. Endokron başarısızlıklarının önde gelen 3 nedeni retansiyon kaybı ( %53), periodontitis (%14) ve restorasyon kırığıdır (%14). Geleneksel kronlar için başarısızlığın ana nedeni kron kırığıdır (%53), bunu dikey kök kırığı (%23) ve irreversibl pulpitis (%19) izlemektedir (23).

Endokron, post içeren veya içermeyen kronlar ile restore edilen molar dişlerin kırılma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda (31-33) endokronların ortalama değerlerinin post içeren kronlardan daha yüksek olduğu bildirilirken (31), endokron ve post içermeyen kron restorasyonlarının kırılma dayanımları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (32,33). Endokronların kırılma dayanımının post içeren kronlar ile benzer sonuçlar gösterdiğini bildiren çalışmaların yanı sıra (34,35) endokronların daha yüksek, (13,36) ve daha düşük kırılma dayanımı gösterdiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur.(37) Sonlu eleman modellerinde diş dokusu ve restoratif materyaldeki stres dağılımı analizlerinden elde edilen sonuçlara göre premolar dişlerde endokron restorasyonlarında dentin ve simanda diğer restorasyonlara (döküm metal post-kor, fiber postlar, metal postlar) kıyasla daha düşük stres birikimi görülmüştür (38,39). Başka bir çalışma rezidüel diş dokusu miktarı ile endokron kalınlığının stres dağılımına etkisini değerlendirmiştir (40). Korunan diş dokusu miktarındaki artış, siman çevresinde streslerin artmasına ve diş dokusu içindeki streslerin azalmasına neden olmuştur (40).

İleri derecede madde kayıplı endodontik tedavili molar dişlerin restorasyonu için, klinik ve in vitro çalışmaların sonuçları, endokronların mükemmel bir tedavi çözümü olduğu konusunda hemfikirdir. Bu şekilde restore edilen molar dişler için kısa, orta ve uzun vadede mükemmel sağkalım oranları bildirilmiştir. Tek kron restorasyonlar ile karşılaştırılabilir ve tatmin edici klinik performans gösterdikleri görülmektedir. Ek olarak, endokronlar kronlardan (post içeren ve içermeyen) daha az katastrofik başarısızlığa sahiptir. Kök kırığı görülme sıklığı endokronlar için %6 iken kronlar için %29'dur. Endokronlarda görülen başarısızlıkların çoğu desimantasyondan (%71) kaynaklanmaktadır. Simantasyon protokolüne uyulmasının ve böylece restorasyonun sürdürülebilirliğinin sağlanmasının önemi birçok çalışmada vurgulanmıştır (23). Adeziv teknik, marjinal sızıntıyı önleyerek mikroorganizmaların kromdan apeksine doğru penetrasyonunu azaltır, böylece endodontik tedavinin klinik başarısına katkıda bulunur (11). Klinik çalışmalarda, bonding ajanının desimante olmuş endokron restorasyonunun temas yüzeyinde tutunduğu ancak dentin arayüzünde başarısız olduğu bildirilmiştir (11,41). Bu durum birkaç şekilde açıklanabilir. İlk olarak, pulpa odasında sklerotik dentinin varlığı, sağlam dentine göre daha zayıf adezyona neden olabilir (42). İkincil olarak, seramik gibi yüksek elastik modüle sahip bazı materyaller, diş-malzeme bağlantı arayüzüne sönümlenmemiş stresleri iletebilirler (41). Son olarak, kalan duvar yüksekliği düşük olduğunda (2 mm'den az), simantasyon üzerine olumsuz etki görülebilir (51).

Endokronlara ilişkin in vitro çalışmaların sonuçları klinik çalışmaların sonuçlarıyla tutarlıdır, kırılma direnci ve mükemmel stres dağılımı göstermektedir (23). Tüm bu değerlendirmeler ışığında endokronlar posterior endodontik tedavili dişleri restore etmek için uygun bir seçenek gibi görünmektedir; ve bazı incelemeler kronların lehine olmasına rağmen, tek kronların direkt restorasyonlardan daha iyi veya daha kötü olup olmadığını doğrulamak için hala kesin kanıt yoktur. Koronal yapının korunması temel bir faktör olsa da, ferrule tasarımının yararına ilişkin araştırmalar hala tartışmalıdır.

## **ENDOKRON RESTORASYONLARIN SAĞKALIM VE BAŞARISINA REZİDÜEL DİŞ DOKUSUNUN ETKİSİ**

Ferrule etkisinin kök dolgulu dişlerin kırılma direnci üzerindeki etkisiyle ilgili in vitro çalışmalar, yeterli supramarjinal diş yapısına sahip dişlerin performansının arttığını göstermiştir (3, 43). Bununla birlikte, artan ferrule etkisi ile daha

iyi sağkalıma yönelik bir eğilim olmasına rağmen, klinik sonuçlar büyük değişkenlik göstermektedir (44-47). Klinik çalışmalarda gözlemlenen sonuçlar, post-core restorasyonların dahil edilmesiyle daha da karmaşık hale gelmektedir (4). Yükseklik (46) ve kalınlık (48) açısından ferrule etkisinin tanımını ve ayrıca retrospektif çalışma tasarımını (47) içeren klinik araştırma sonuçlarını değerlendirirken göz önünde bulundurulması gereken birkaç faktör daha vardır. Prospektif araştırmaları standardize etmedeki zorluklar nedeniyle, ferrule etkisinin endodontik tedavili dişlerin sağkalımı üzerindeki etkisi hakkında somut sonuçlar belirlemek mümkün değildir. Mevcut verilerin meta-analizleri, premolar dişlerde ferrule etkisinin yararına dair kanıtlar sunarken, molar dişleri için bu kadar güçlü tespitler yapmak mümkün değildir (49). Ancak Batista ve ark. (50), fiber postlar kullanıldığında ferrule etkisinin başarısızlık oranını değiştirmedığını öne sürmüştür. Ferrule etkisinin dişin konumundan ve post tipinden etkilenebileceği görülmektedir. Koronal duvarların korunmasını ve ferrule etkisini değerlendiren bazı sistematik incelemeler, bu konularla ilgili çok az kanıt bulunduğunu ve birincil çalışmaların çoğunun uzun süreli takip sunmadığını bildirmiştir (50).

Rezidüel duvarların sayısı, endodontik tedavili dişlerin sağkalımı için önemli bir değişken gibi görünmektedir. Duvarı olmayan veya sadece bir duvarı olan dişlerin, birden fazla duvarı olan dişlere kıyasla daha düşük sağkalım oranlarına sahip olduğu görülmektedir (4, 51,52). Son çalışmalar, rezidüel diş dokusu miktarının CAD-CAM sistemleri kullanılarak ölçülmesini sağlamıştır (53,54). Bu metodoloji ile, doğru hacimsel ölçümler ile çalışmalarda standardizasyonun sağlanması, ferrule etkisinin ve rezidüel duvarların yorumlanması ve değerlendirilmesinin değişkenliği ile ilgili sorunların üstesinden gelinmesi mümkündür. Bu öznel olmayan, ölçülebilir, tekrarlanabilir ve somut ölçümlerin gelecekteki prospektif klinik çalışmalarda daha fazla kullanılması tavsiye edilmektedir (55). Dijital taramayı kullanan mevcut çalışmalar, %30'dan daha az rezidüel doku hacmine sahip dişler ile düşük sağkalım arasında korelasyon bildirmişlerdir (53,54). Ayrıca bulgular, madde kayıplı dişlerin sadece yapısal değil, aynı zamanda endodontik başarısızlığa da daha duyarlı olduğu konusunda bilgiler sunmaktadır (53). Gelecekteki araştırmaların, endodontik-restoratif prosedürler sırasında nicel diş yapısı değerlendirmesine yönelik olması tavsiye edilmektedir. CAD-CAM sistemleri geliştikçe, özellikle dişin peri-servikal bölgesindeki intrakoronal hacimsel diş yapısı değişikliklerini ölçmek mümkün olacaktır. Restorasyonların ve dişlerin sağkalımını değerlendiren

çalışmalarda, çalışma tasarımı veya analizinde oklüzal faktörlerin yeterince dikkate alınmadığı görülmektedir (55). Diş konumu (56) ve proksimal temasların sayısı (56,57) çalışılmış olsa da, protrüziv temaslar, çalışan/çalışmayan taraf çatışması ve parafonksiyonel alışkanlıkların belirlenmesi gibi oklüzyon detaylarının da pre-operatif değerlendirmeye dahil edilmesi düşünülmelidir.

Çürükler veya eski restorasyonlar nedeniyle subgingival proksimal sınırların oluşması, endodontik-restoratif prosedürler sırasında sıklıkla karşılaşılan bir klinik zorluktur. Bir diş restore edilemez olarak etme eşiği klinisyenler arasında önemli ölçüde farklılık gösterir. Tedavi sürecinde daha sonraki zorluklardan kaçınmak için bir dişin restore edilebilirliğinin endodontik tedaviden önce belirlenmesi çok önemlidir. Subgingival restoratif marjinlerin yönetimi, supragingival sınırları oluşturmak ve biyolojik genişliği etkilemeden restorasyona izin vermek için cerrahi olarak kemiği ve yumuşak dokuyu yeniden konumlandırmayı içeren kron boyu uzatma prosedürünü kapsamaktadır. Bu işlemin hasta için zaman ve maliyet gerektirmesi, hem tedavi edilen hem de komşu dişlerin kemik desteğini azaltması gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Derin interproksimal sınırların restorasyonunu yönetmek için alternatif bir yaklaşım, ilk olarak Dietschi ve Spreafico (58) tarafından tanımlanan derin kenar yükseltmesi (DME) veya servikal kenar yer değiştirme kavramıdır. Bu yaklaşım direkt kompozit rezin kullanılarak subgingival marjının daha koronale taşınmasını veya yükseltilmesini içermektedir (59). Mine-sement birleşiminin altındaki bitim sınırları ile ilgili ana endişelerden biri, marjinal sızdırmazlıktır. Sonuçları optimize etmek için izolasyon, matris yerleştirme ve bonding protokollerinde gerekli becerileri geliştirmenin önemini anlamak esastır. Konuyla ilgili sistematik bir derleme yapılmış olsa da mevcut araştırmaların neredeyse tamamının in vitro çalışmalar ve klinik vaka raporları ile sınırlı olması nedeniyle DME teknikleriyle restore edilen dişlerin performansına ilişkin klinik veriler yeterli değildir (60). Bresser ve ark. (61) DME uygulanmış restorasyonların 12 yıllık kümülatif sağkalım oranının %95.9 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, endodontik tedavili dişlerde, vital pulpalı olanlara kıyasla önemli ölçüde daha yüksek diş ve restorasyon kırıkları meydana gelmiştir. Diğer vaka serileri 5-21 yıl arası takip sürelerinde mükemmel sağkalım oranları göstermiştir (62,63), ancak dahil edilen örnek sayıları küçüktür ve bu nedenle sonuçlar dikkatle yorumlanmalıdır. DME tekniği ile ilgili bir endişe, biyolojik genişliğin ihlal edilme potansiyeli (64) ve bununla ilişkili periodontal

inflamasyon ve ataşman kaybı riskidir (65). DME'nin periodontal sağlık üzerindeki etkisiyle ilgili çelişkili sonuçlar bildirilmiştir (66,67). Ferrari ve ark. (66), DME grubunda sondalamada önemli ölçüde daha yüksek kanama insidansı tespit edildiğini ve bu durumun en çok kavite bitim sınırı ile krestal kemik arasındaki mesafenin 2 mm veya daha az olduğu dişlerde görüldüğünü bildirmişlerdir. Ancak, diğer yazarlar DME'ye ilişkin olumlu periodontal yanıtlar bildirmişlerdir (63,67). DME'ye komşu periodontal dokuların klinik veya histolojik bulgularında farklılık görülmediğini bildiren sonuçlar mevcuttur (68). DME'nin kabul edilebilir derinliği ve özellikle restorasyon marjininin bağ dokusuna ve krestal kemiğe yakınlığı konusunda da farklı görüşler vardır (63,67,69). DME'nin savunucuları, optimal rubber dam izolasyonu sağlanabildiği sürece tekniğin krestal kemik ile ilgili herhangi bir derinlikte kullanılabilceğini (63) ve periodontal ataşmanın korunabileceğini öne sürmüşlerdir.

Sonuç olarak, derin proksimal çürüğün olduğu durumlarda, çürük lezyonunun tabanında ataşman kaybı meydana gelmiş olacağı düşünülerek ve cerahi kron boyu uzatma alternatifinin daha fazla ataşman kaybına yol açacağı durumlarda, DME tekniğinin uygulanması mantıklı görünmektedir. Bununla birlikte, endodontik tedavili dişlerde DME'nin uzun vadeli stabilitesini doğrulamak için ileriye dönük klinik araştırmalar gerekmektedir. Derin servikal bitim sınırlarını izole etme ve eski haline getirme yeteneği, daha önce madde kaybına uğramış birçok dişin kullanılmasına izin verecektir. Endodontik tedavi uygulanmadan önce bu alanların restore edilmesi, optimal izolasyonun sağlanmasını ve daimi restorasyonun hazırlanmasını kolaylaştıracaktır (60).

## **ENDOKRON RESTORASYONLARIN SAĞKALIM VE BAŞARISINA DİŞ PREPARASYONUNUN ETKİSİ**

Literatürde endokronların sağkalım ve başarısına preparasyon kriterlerinin etkisini değerlendiren çalışmalar mevcuttur. 2.5 veya 5 mm'lik retansiyon kavitesi uzantıları olan endokronlar arasında kırılma direncinde önemli bir farklılık rapor edilmemiştir (35). Başka iki çalışmada, retansiyon kavitesi derinliği 2 veya 4 mm olan molar endokronlar için kırılma direncinde farklılık görülmemesi ile birlikte, derinlik arttıkça katastrofik kırık oranının arttığı bildirilmiştir.(70,71) Yalnızca bir çalışma, retansiyon kavitesi derinliğinin artmasıyla kırılma direncinin arttığını göstermiştir (72). Pulpa odası tabanına fiber kompozit uygulamasının kırılma direncini (73) veya endokron marjinal

adaptasyonunu etkilemediği bildirilmiştir (74). Pulpa odası, pulpa tabanı pa-hasına genişletilmemelidir. Bu nedenle, mevcut simantasyon alanını arttırmak ve desimantasyon riskini sınırlamak için mevcut pulpa odası derinliğinden maksimum düzeyde yararlanmak gerekir. Endokronların marjinal ve internal adaptasyonuna (75) ve restorasyonların klinik performansına olumsuz etkilerinden ötürü kanal içi uzantıların oluşturulmasından kaçınılmalıdır.

## **ENDOKRON RESTORASYONLARININ SAĞKALIM VE BAŞARISINA RESTORASYON MATERYALİNİN ETKİSİ**

Endokronlar için tercih edilen materyal, biyomekanik stres dağılımında kritik bir rol oynar ve böylece endodontik tedavi görmüş dişlerin ömrünü etkiler. Lityum disilikat bazlı seramik, mükemmel optik özellikleri, yüksek kırılma dayanımı ve adezyon başarısı nedeniyle en iyi restoratif malzemelerden biri olarak kabul edilir (18). Bununla birlikte, karşıt doğal dişlerin aşınmasına ve muhtemelen katastrofik başarısızlıklara neden olma dezavantajları vardır. İndirekt rezin içerikli endokronlar, dentine benzer (18.6 GPa) elastisite modülü (12.8 GPa) gibi gelişmiş mekanik özellikleri nedeniyle seramik endokronlara bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır (76). Ayrıca, zayıf periodonsiyumlu bireyler için faydalı olabilecek stres emici özelliklere de sahiptirler (77). İndirekt rezin bazlı endokronlar, seramiklere kıyasla karşıt doğal dişlerde daha az aşınmaya neden olur ve kompozitlerle intraoral olarak tamir edilebilirler (78). Bu özelliklerinden ötürü, son zamanlarda endokronların üretilmesi için rezin bazlı malzemeler kullanılmıştır.

El-Damanhoury ve ark. (12) nanoseramik rezinden üretilmiş endokronların lityum disilikat ve feldspatik porselenden üretilmiş endokronlara kıyasla daha yüksek kırılma dayanımı gösterdiğini bildirmişlerdir. Öte yandan, başka çalışmalar aksiyel yükleme altında nanoseramik rezin ve lityum disilikat örneklerin benzer kırılma dayanımı gösterdiğini bildirmişlerdir (79,80). Yakın zamanda yapılan bir sistematik derleme nanoseramik rezinlerin lityum disilikat ile kıyas edildiğinde artmış ve benzer kırılma dayanımına sahip olduğunu ve daha az katastrofik başarısızlık gösterdiğini bildirmiştir (81). Nanoseramik rezin endokronların yüksek kırılma dayanımı bu materyallerin yüksek oranda nanoseramik doldurucu (%80) içermesine ve yüksek dönüşüm oranı (%85) elde edilmesi için yüksek sıcaklık ve basınç altında üretilmesine bağlanmaktadır (12,80). Lateral yükleme altında, lityum disilikat endokronların nanose-



ramik rezinlere kıyasla daha yüksek kırılma dayanımı gösterdiği bildirilmiştir (79,82). Bu sonuca seramik yapının rezin siman ile mükemmel mikromekanik adezyonun neden olduğu düşünülmektedir (82). Sonlu eleman analizleri, restorasyon materyalinin elastik modülüyle orantılı olarak lityum disilikat seramik içinde daha yüksek bir stres konsantrasyonu olduğunu, siman tabakasına ve rezidüel diş dokusuna daha az stresin ulaştığını ortaya çıkarmıştır (83). Tersine, nanoseramik rezinler, daha düzgün bir stres dağılımı göstererek, siman tabakası ve çevreleyen diş dokusuna daha yüksek stres iletmiştir. Bu durumun desimantasyona neden olabileceği düşünülmektedir (84). Lityum disilikat endokronların, nanoseramik rezin endokronlara kıyasla hem aksiyel hem de lateral yüklemeye altında daha yüksek katastrofik başarısızlık oranına sahip olduğu bildirilmiştir (12,79,82). Bunun nedenin lityum disilikatların dentine kıyasla daha yüksek bir elastisite modülüne (100 GPa) sahip olması ve kritik alanlarda tamir edilemeyen hasarlara yol açan yüksek stres konsantrasyonu üretmesi olabileceği düşünülmektedir (12,85).

Taha ve ark. (80) lityum disilikat ve polimer infiltre seramik ağ yapılı rezin endokronlar arasında kırılma dayanımı bakımından anlamlı bir fark görülmediğini bildirirken, başka bir çalışma (86) lityum disilikat örneklerin daha yüksek kırılma dayanımına sahip olduğunu bildirmiştir. Lityum disilikatların kırılma dayanımı yüksek hacimde kristal doldurucu içermesine ve çatlak yayılımına karşı koymasına bağlanabilir (80,86). Öte yandan polimer infiltre seramik ağ yapılı rezinler %25 hacimli polimer ağ ile %75 hacimli seramik ağdan oluşur (80). Dentine benzer elastisite modülüne sahip oldukları için stresi absorbe ederler (86).

Lateral yüklemeye altında, zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat ve nanoseramik rezin endokronlar arasında kırılma dayanımı bakımından fark görülmezken (82), aksiyel yüklemeye altında nanoseramik rezin örneklerin daha başarılı olduğu bildirilmiştir (80). Taha ve ark. (80) zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat endokronların polimer infiltre seramik ağ yapılı rezinlere kıyasla daha yüksek kırılma direncine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ancak zirkonya ile güçlendirilmiş lityum silikat seramiklerin en yüksek katastrofik kırık oranına sahip materyal olduğu bildirilmiştir (87,88). Tüm bu bilgilerin yanı sıra, malzemenin retansiyon kavitesi derinliği ve hacminin, stres dağılım modelini etkileyerek restorasyonun kırılma modunu belirleyebileceği unutulmamalıdır (89). Bu nedenle, endokronlarla ilgili gelecekteki çalışmalar,

endokronların intrakoronar derinliğinin boyutlarını, oklüzal redüksiyonunu, aksiyel duvar yüksekliğini, servikal basamak genişliğini ve iç duvar açılanmasının derecesini bildirmeyi düşünmelidir.

## **SONUÇ**

Endodontik tedavili dişler için ideal restorasyon tipi ve materyali konusunda kanıta dayalı bir kesinlik bulunmamaktadır. Ancak, endodontik ve restoratif tedavilerin birbirine bağımlı olduğu açıkça görülmektedir. Klinisyenler, hastalarına en iyi tedaviyi sunabilmek için tedavinin her iki yönünü de eşit olarak düşünmelidir. Ayrıca, tedavi edilen diş için daimi restorasyon tipi ve materyali planlama sürecinde yer almalıdır.

Rezidüel diş yapısının önemini takdir etmenin yanı sıra, diş yerleşiminin ve proksimal temas sayısının endodontik tedavili dişlerin sağkalımıyla ilişkisini anlamak ve böylece endodontik tedavili dişlerin restorasyonunu uygun şekilde planlamak zorunludur. Endodontik tedavi uygulayan klinisyenlerin oklüzal faktörlerin ve parafonksiyonel streslerin prognozu nasıl etkileyebileceğini iyi anlamaları önemlidir. Tedaviye başlamadan önce, özellikle çatlak dişlerde olası katkıda bulunan faktörleri belirlemek ve yönetmek için her hastanın oklüzyonu değerlendirilmelidir.

Mevcut kanıtlar posterior dişler için endokronların metal kronlar kadar öngörülebilir olduğunu göstermektedir. Uzun dönem kontrollü klinik çalışmaların olmaması nedeniyle, esas olarak rezin simana güvenilir bir şekilde bağlanması ve uzun vadeli stabilitesi nedeniyle lityum disilikat seramikler şu anda endokronlar için en çok tercih edilen malzemedir. Ancak, nanoseramik rezinlerin de lityum disilikat seramikler ile kıyaslanabilir başarı oranları göstermesi nedeniyle endokron restorasyonlarda kullanımı önerilmektedir.

## **KAYNAKLAR**

1. Zhu Z, Dong XY, He S, et al. Effect of post placement on the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review. *International Journal of Prosthodontics*; 2015; 28(5): 475–483. DOI: 10.11607/ijp.4120
2. Sequeira-Byron P, Fedorowicz Z, Carter B, et al. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root-filled teeth. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*; 2015; 9, CD009109. DOI: 10.1002/14651858.CD009109.pub3
3. Juloski J, Köken S, Ferrari M. Cervical margin relocation in indirect adhesive restorations: a literature review. *Journal of Prosthodontic Research*; 2018; 62: 273–280. DOI: 10.1016/j.jp.2017.09.005
4. Naumann M, Schmitter M, Frankenberger R, et al. “Ferrule comes first. Post is second!”

- fake news and alternative facts? A systematic review. *Journal of Endodontics*; 2018; 44: 212–219. DOI: 10.1016/j.joen.2017.09.020
5. Avila G, Galindo-Moreno P, Soehren S, et al. A novel decision-making process for tooth retention or extraction. *Journal of Periodontology*; 2009; 80: 476–491. DOI: 10.1902/jop.2009.080454
  6. Tada S, Allen PF, Ikebe K, et al. The impact of the crown-root ratio on survival of abutment teeth for dentures. *Journal of Dental Research*; 2015; 94: 220–225. DOI: 10.1177/0022034515589710
  7. Lazari PC, Oliveira RC, Anchieta RB, et al. Stress distribution on dentin-cement-post interface varying root canal and glass fiber post diameters: a three-dimensional finite element analysis based on micro-CT data. *Journal of Applied Oral Science*; 2013; 21(6): 511–517. DOI: 10.1590/1679-775720130203
  8. Roscoe MG, Noritomi PY, Novais VR, et al. Influence of alveolar bone loss, post type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary canines: strain measurement and stress distribution. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 2013; 110(2): 116–126. DOI: 10.1016/S0022-3913(13)60350-9
  9. Otto T. Computer-aided direct all-ceramic crowns: preliminary 1-year results of a prospective clinical study. *The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*; 2004; 24(5): 446–455. DOI: 10.11607/prd.00.0601
  10. 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(11): 1035–1044. DOI: 10.1016/j.dental.2005.11.034
  11. Bindl A, Mormann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years-preliminary results. *Journal of Adhesive Dentistry*; 1999; 1(3): 255–265.
  12. El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Operative Dentistry*; 2015; 40(2): 201–210. DOI: 10.2341/13-143-L
  13. Chang C, Kuo J, Lin Y, et al. Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns. *Journal of Dental Sciences*; 2009; 4(3): 110–117. DOI: 10.1016/S1991-7902(09)60016-7
  14. Abtahi S, Alikhasi M, Siadat H. Biomechanical behavior of endocrown restorations with different cavity design and CAD-CAM materials under a static and vertical load: a finite element analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 2022; 127, 600. e8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.11.027>
  15. Tribst JPM, Lo Giudice R, Dos Santos AFC, et al. Lithium disilicate ceramic endocrown biomechanical response according to different pulp chamber extension angles and filling materials. *Materials (Basel)*; 2021; 14: 1307. DOI: 10.3390/ma14051307
  16. Zheng Z, Sun J, Jiang L, et al. Influence of margin design and restorative material on the stress distribution of endocrowns: a 3D finite element analysis. *BMC Oral Health*; 2022;22: 30. DOI: 10.1186/s12903-022-02063-y
  17. Hargreaves KM, Berman LH. Restoration of endodontically treated tooth. *Cohen's pathways of the pulp*. 11th ed. St. Louis (MO): Missouri; 2016. p.832.
  18. Dogui H, Abdelmalek F, Amor A, et al. Endocrown: an alternative approach for restoring endodontically treated molars with large coronal destruction. *Case Reports in Dentistry*; 2018;2018:1581952. 10.1155/2018/1581952
  19. 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 <https://doi.org/10.1038/s41415-020-2279-y>.

20. Al-Dabbagh RA. Survival and success of endocrowns: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 2020;125, 415. DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.01.011
21. Ramírez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, et al. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. *Clinical Oral Investigation*; 2014;18:545-554. DOI: 10.1007/s00784-013-0978-3
22. Dejak B, Młotkowski A. Strength comparison of anterior teeth restored with ceramic endocrowns vs custom-made post and cores. *Journal of Prosthodontic Research*; 2018; 62: 171-176. DOI: 10.1016/j.jpjor.2017.08.005
23. Govare N, Contrepolis M. Endocrowns: a systematic review. *J Prosthet Dent*; 2020; 123: 411-418. DOI: 10.1016/j.prosdent.2019.04.009
24. Ansari SR, Alfaqeh AA, Buryk AA, et al. Indications and success rate of endo crowns e a systematic review. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*; 2020; 9: 3247-3251. DOI: 10.14260/jemds/2020/712
25. Shu X, Mai QQ, Blatz M, et al. Direct and indirect restorations for endodontically treated teeth: a systematic review and meta analysis. *Journal of Adhesive Dentistry*; 2018; 20:183-194. DOI: 10.3290/j.jad.a40762
26. Afrashtehfar KI, Ahmadi M, Emami E, et al. Failure of single-unit restorations on root filled posterior teeth: a systematic review. *International Endodontic Journal*; 2017; 50:951-966. DOI: 10.1111/iej.12723
27. Bhuvu B, Giovarruscio M, Rahim N, et al. The restoration of root filled teeth: a review of the clinical literature. *International Endodontic Journal*; 2021; 54: 509-535. DOI: 10.1111/iej.13438
28. Ploumaki A, Bilkhair A, Tuna T, at al. Success rates of prosthetic restorations on endodontically treated teeth; a systematic review after 6 years. *Journal of Oral Rehabilitation*; 2013; 40: 618-630. DOI: 10.1111/joor.12058
29. Papia E, Habib W, Larsson C. The influence of different designs, materials and cements on the success and survival rate of endocrowns. A systematic review. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*; 2020; 28: 100-111. DOI: 10.1922/EJPRD\_1992Papia12
30. Sorrentino R, Di Mauro MI, Ferrari M, et al. Complications of endodontically treated teeth restored with fiber posts and single crowns or fixed dental prosthesesda systematic review. *Clinical Oral Investigations*; 2016; 20: 1449-1457. DOI: 10.1007/s00784-016-1919-8
31. Biacchi GR, Basting RT. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Operative Dentistry*; 2012; 37: 130-136. DOI: 10.2341/11-105-L
32. Magne P, Carvalho AO, 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. DOI: 10.2341/13-004-L
33. Carvalho AO, Bruzi G, Anderson RE, et al. Influence of adhesive core buildup designs on the resistance of endodontically treated molars restored with lithium disilicate CAD/CAM crowns. *Operative Dentistry*; 2016; 41: 76-78. DOI: 10.2341/14-277-L
34. Guo J, Wang Z, Li X, et al. A comparison of the fracture resistances of endodontically treated mandibular premolars restored with endocrowns and glass fiber post- core retained conventional crowns. *Journal of Advanced Prosthodontics*; 2016; 8: 489-493. DOI: 10.4047/jap.2016.8.6.489
35. Pedrollo Lise D, 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. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.02.007
36. Atash R, Arab M, Duterme H, et al. Comparison of resistance to fracture between three ty-

- pes of permanent restorations subjected to shear force: An in vitro study. *Journal of Indian Prosthodontic Society*; 2017; 17: 239-249. DOI: 10.4103/jips.jips\_24\_17
37. Schmidlin PR, Stawarczyk B, DeAbreu D, et al. Fracture resistance of endodontically treated teeth without ferrule using a novel H-shaped short post. *Quintessence International*; 2015; 46: 97-108. DOI: 10.3290/j.qi.a32634
  38. Lin CL, Chang YH, Pai CA. Evaluation of failure risks in ceramic restoration for endodontically treated premolar with MOD preparation. *Dental Materials*; 2011; 27: 431-438. DOI: 10.1016/j.dental.2010.10.026
  39. Lin CL, Chang YH, Hsieh SK, et al. Estimation of the failure risk of a maxillary premolar with different crack depths with endodontic treatment by computer-aided design/computer-aided manufacturing ceramic restorations. *Journal of Endodontics*; 2013; 39: 375-379. DOI: 10.1016/j.joen.2012.11.042
  40. Fages M, Raynal J, Tramini P, et al. Chairside computeraided design/computer-aided manufacture all-ceramic crown and endocrown restorations: a 7-year survival rate study. *International Journal of Prosthodontics*; 2017; 30: 556-560. DOI: 10.11607/ijp.5132
  41. Otto T, Mörmann WH. Clinical performance of chairside CAD/CAM feldspathic ceramic posterior shoulder crowns and endocrowns up to 12 years. *International Journal of Computerized Dentistry*; 2015; 18: 147-161.
  42. Bindl A, Richter B, Mörmann WH. Survival of ceramic computer-aided design/manufacturing crowns bonded to preparations with reduced macroretention geometry. *International Journal of Prosthodontics*; 2005; 18: 219-224.
  43. Ma PS, Nicholls JI, Junge T, et al. Load fatigue of teeth with different ferrule lengths, restored with fibre posts, composite resin cores, and all-ceramic crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*; 2009; 102: 229-234. DOI: 10.1016/S0022-3913(09)60159-1
  44. Cagidiaco MC, García-Godoy F, Vichi A, et al. Placement of fibre prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *American Journal of Dentistry*; 2008; 21: 179-184.
  45. Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fibre posts. *American Journal of Dentistry*; 2007; 20: 287-291.
  46. Schmitter M, Doz P, Rammelsberg P, et al. Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: a randomized clinical trial. *International Journal of Prosthodontics*; 2007; 20: 173-178.
  47. Setzer FC, Boyer KR, Jeppson JR, et al. Long-term prognosis of endodontically treated teeth: a retrospective analysis of preoperative factors in molars. *Journal of Endodontics*; 2011; 37: 21-25. DOI: 10.1016/j.joen.2010.10.005
  48. Cloet E, Debels E, Naert I. Controlled clinical trial on the outcome of glass fibre composite cores versus wrought posts and cast cores for the restoration of endodontically treated teeth: a 5-year follow-up study. *International Journal of Prosthodontics*; 2017; 30: 71-79. DOI: 10.11607/ijp.4861
  49. Skupien JA, Luz MS, Pereira-Cenci T. Ferrule effect: a meta-analysis. *JDR Clinical and Translational Research*; 2016; 1: 31-39. DOI: 10.1177/2380084416636606
  50. Batista VEDS, Bitencourt SB, Bastos NA, et al. Influence of the ferrule effect on the failure of fiber-reinforced composite post-and-core restorations: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 2020; 123: 239-245. DOI: 10.1016/j.prodent.2019.01.004
  51. Ferrari M, Vichi A, Fadda GM, et al. A randomized controlled trial of endodontically treated and restored premolars. *Journal of Dental Research*; 2012; 91: 72-78. DOI: 10.1177/0022034512447949
  52. Sarkis-Onofre R, Fergusson D, Cenci MS, et al. Performance of post-retained single

- crowns: a systematic review of related risk factors. *Journal of Endodontics*; 2017; 43: 175-183. DOI: 10.1016/j.joen.2016.10.025
53. Al-Nuaimi N, Patel S, Austin RS, et al. A prospective study assessing the effect of coronal tooth structure loss on the outcome of root canal retreatment. *International Endodontic Journal*; 2017; 50: 1143–1157. DOI: 10.1111/iej.12760
  54. Al-Nuaimi N, Ciapryna S, Chia M, et al. A prospective study on the effect of coronal tooth structure loss on the 4-year clinical survival of root canal retreated teeth, and retrospective validation of the dental practicality index. *International Endodontic Journal*; 2020; 53: 1040–1049. DOI: 10.1111/iej.13322
  55. Mannocci F, Bitter K, Sauro S, et al. Present status and future directions: The restoration of root filled teeth. *International Endodontic Journal*; 2022;00: 1–26. DOI: 10.1111/iej.13796
  56. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 2002; 87: 256–263. DOI: 10.1067/j.mpr.2002.122014
  57. Caplan DJ, Kolker J, Rivera EM, et al. Relationship between number of proximal contacts and survival of root canal treated teeth. *International Endodontic Journal*; 2002; 35: 193–199. DOI: 10.1046/j.1365-2591.2002.00472.x
  58. Dietschi D, Spreafico R. Current clinical concepts for adhesive cementation of tooth-colored posterior restorations. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry*; 1998; 10: 47–54.
  59. Magne P. MiM for DME: matrix-in-a-matrix technique for deep margin elevation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*; 2021; 25:S0022-3913(21)00655-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.11.021.
  60. Juloski J, Köken S, Ferrari M. Cervical margin relocation in indirect adhesive restorations: a literature review. *Journal of Prosthodontic Research*; 2018; 62: 273–280. DOI: 10.1016/j.jpor.2017.09.005
  61. Bresser RA, Gerdolle D, van den Heijkant IA, et al. Up to 12 years clinical evaluation of 197 partial indirect restorations with deep margin elevation in the posterior region. *Journal of Dentistry*; 2019; 91: 103227. DOI: 10.1016/j.jdent.2019.103227
  62. Dietschi D, Spreafico RC. Evidence-based concepts and procedures for bonded inlays and onlays. Part III. A case series with long-term clinical results and follow-up. *International Journal of Esthetic Dentistry*; 2019; 14: 118–133.
  63. Ghezzi C, Brambilla G, Conti A, et al. Cervical margin relocation: case series and new classification system. *International Journal of Esthetic Dentistry*; 2019; 14: 272–284.
  64. Broadbent JM, Williams KB, Thomson WM, et al. Dental restorations: a risk factor for periodontal attachment loss? *Journal of Clinical Periodontology*; 2006; 33: 803–810. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2006.00988.x
  65. Kamin S. The biologic width-- periodontal- restorative relationship. *Singapore Dental Journal*; 1989; 14: 13–15.
  66. Ferrari M, Koken S, Grandini S, et al. Influence of cervical margin relocation (CMR) on periodontal health: 12-month results of a controlled trial. *Journal of Dentistry*; 2018; 69: 70–76. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.10.008
  67. Sarfati A, Tirlet G. Deep margin elevation versus crown lengthening: biologic width revisited. *International Journal of Esthetic Dentistry*; 2018; 13: 334–356.
  68. Bertoldi C, Monari E, Cortellini P, et al. Clinical and histological reaction of periodontal tissues to subgingival resin composite restorations. *Clinical Oral Investigations*; 2020; 24: 1001–1011. DOI: 10.1007/s00784-019-02998-7
  69. Castelo-Baz P, Argibay-Lorenzo O, Muñoz F, et al. Periodontal response to a tricalcium silicate material or resin composite placed in close contact to the supracrestal tissue attachment: a histomorphometric comparative study. *Clinical Oral Investigations*; 2021; 25:

- 5743–5753. DOI: 10.1007/s00784-021-03876-x
70. Hayes A, Duvall N, Wajdowicz M, et al. Effect of endocrown pulp chamber extension depth on molar fracture resistance. *Operative Dentistry*; 2017; 42: 327-334. DOI: 10.2341/16-097-L
  71. Rocca GT, Daher R, Saratti CM, et al. Restoration of severely damaged endodontically treated premolars: The influence of the endo-core length on marginal integrity and fatigue resistance of lithium disilicate CAD-CAM ceramic endocrowns. *Journal of Dentistry*; 2018; 68: 41-50. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.10.011
  72. 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. DOI: 10.1016/j.joen.2018.04.008
  73. Rocca GT, Saratti CM, Cattani-Lorente M, et al. The effect of a fiber reinforced cavity configuration on load bearing capacity and failure mode of endodontically treated molars restored with CAD/CAM resin composite overlay restorations. *Journal of Dentistry*; 2015; 43: 1106-1115. DOI: 10.1016/j.jdent.2015.06.012
  74. Rocca GT, Saratti CM, Poncet A, et al. The influence of FRCs reinforcement on marginal adaptation of CAD/CAM composite resin endocrowns after simulated fatigue loading. *Odontology*; 2016; 104: 220-232. DOI: 10.1007/s10266-015-0202-9
  75. Gaintantzopoulou MD, El-Damanhoury HM. Effect of preparation depth on the marginal and internal adaptation of computer-aided design/computer assisted manufacture endocrowns. *Operative Dentistry*; 2016; 41: 607-616. DOI: 10.2341/15-146-L
  76. de Andrade GS, Tribst JP, Dal Piva AO, et al. Study on stress distribution to cement layer and root dentin for post and cores made of CAD/CAM materials with different elasticity modulus in the absence of ferrule. *Journal of Clinical Experimental Dentistry*; 2019; 11(1): 1–8. DOI: 10.4317/jced.55295
  77. Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 2015; 114(4): 587–593. DOI: 10.1016/j.prosdent.2015.04.016
  78. Sripetchdanond J, Leevailoj C. Wear of human enamel opposing monolithic zirconia, glass ceramic, and composite resin: an in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 2014; 112(5): 1141–1150. DOI: 10.1016/j.prosdent.2014.05.006
  79. Gresnigt MMM, Özcan M, van den Houten MLA, 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. DOI: 10.1016/j.dental.2016.01.004
  80. Taha D, Spintzyk S, Sabet A, et al. Assessment of marginal adaptation and fracture resistance of endocrown restorations utilizing different machinable blocks subjected to thermomechanical aging. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*; 2018; 30(4): 319–328. DOI: 10.1111/jerd.12396
  81. Beji Vijayakumar J, Varadan P, Balaji L, et al. Fracture resistance of resin based and lithium disilicate endocrowns. Which is better? – A systematic review of in-vitro studies, *Biomaterial Investigations in Dentistry*; 2021; 8(1): 104-111. DOI: 10.1080/26415275.2021.1932510
  82. El Ghouli W, Özcan M, Silwadi M, et al. Fracture resistance and failure modes of endocrowns manufactured with different CAD/CAM materials under axial and lateral loading. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*; 2019; 31(4): 378–387. DOI: 10.1111/jerd.12486
  83. He J, Zheng Z, Wu M, et al. Influence of restorative material and cement on the stress distribution of endocrowns: 3D finite element analysis. *BMC Oral Health*; 2021; 21: 495. DOI: 10.1186/s12903-021-01865-w
  84. Yildirim G, Demir C, Güven MÇ, et al. Influence of fiber insertion and different material

- type on stress distribution in endocrown restorations: a 3D-FEA study. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*; 2021; 1–11. <https://doi.org/10.1080/10255842.2021.2019228>
85. 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. *Journal of Prosthetic Dentistry*; 2017; 117(5): 646–655. DOI: 10.1016/j.prosdent.2016.08.023
  86. Ali SWA, Moukarab DAA. Effect of deep marginal elevation on marginal adaptation and fracture resistance in endodontically treated teeth restored with endocrowns constructed by two different CAD/CAM ceramics: an in-vitro study. *Egyptian Dental Journal*; 2020; 66(1): 541–556. DOI: 10.21608/EDJ.2020.79129
  87. Aktas G, Yerlikaya H, Akca K. Mechanical failure of endocrowns manufactured with different ceramic materials: an in vitro biomechanical study. *Journal of Prosthodontics* 2018;27:340-6. DOI: 10.1111/jopr.12499
  88. Kanat-Ertürk B, Sarıdağ S, Kösel E, et al. Fracture strengths of endocrown restorations fabricated with different preparation depths and CAD/CAM materials. *Dental Materials Journal*; 2018; 37: 256-265. DOI: 10.4012/dmj.2017-035
  89. 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(7): 1179–1185. DOI: 10.1016/j.joen.2018.04.008