

# Geniş ve Derin 2. Sınıf Preparasyonlarda Yeni Bir Cam Hibrid Restoratif Materyalin Klinik Performansının Değerlendirilmesi

## Clinical Performance of a Glass Hybrid Restorative in Extended Size Class 2 Preparations

Zeynep Bilge KÜTÜK<sup>a</sup>, Canan ÖZTÜRK<sup>a</sup>, Reza SOLEIMANI<sup>a</sup>, Filiz YALÇIN ÇAKIR<sup>a</sup>,  
Sevil GÜRGAN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi ABD, Ankara, TÜRKİYE

**ÖZET Amaç:** Yeni bir cam hibrid restoratif materyalin geniş ve derin 2. sınıf preparasyonlarda 18 ay sonundaki klinik performansını, rezin kompozit ile karşılaştırarak değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Otuz yedi hastada proksimal genişliği kasp tepelerinden 1-1,5 mm uzaklıkta olan 108 2. sınıf çürük lezyonu cam hibrid restoratif materyal (EQUIA Forte, GC, Tokyo, Japonya) veya selektif pürüzlendirme ile kombine mikro-hibrid rezin kompozit (G-ænial Posterior, GC, Tokyo, Japonya) kullanılarak iki diş hekimi tarafından üretici talimatlarına göre restore edildi. Restorasyonlar çalışma grubunda yer alan diğer 2 bağımsız gözlemci tarafından uygulandıktan 1 hafta sonra (başlangıç), 6, 12 ve 18. aylarda modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirildi. Tüm kontrol randevularında her 2 gruptan rastgele seçilen bir restorasyon örneğinden negatif replikalar hazırlanarak taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile restorasyonların yüzey özellikleri incelendi. Veriler istatistiksel olarak analiz edildi. **Bulgular:** On sekiz ay sonunda, 32 (kontrollere gelme oranı: %86,5) hastada 90 restorasyon değerlendirildi. 4 cam hibrid restorasyon; 3'ü tamamen düşme ve 1'i proksimal bölgesinde oluşan kırktan dolayı 12. ayda kaybedildi. Sadece 6 cam hibrid restorasyon başlangıçta, 6, 12 ve 18. aylarda renk açısından bravo olarak skorlandırıldı ( $p<0,05$ ). İki restoratif materyal arasında diğer değerlendirme kriterleri yönünden anlamlı farklılıklar görülmedi ( $p>0,05$ ). On sekizinci ay kontrolünde yapılan SEM incelemelerinde her iki restoratif materyal kabul edilebilir yüzey ve kenar uyumu özellikleri gösterdi. **Sonuç:** Cam hibrid restorasyonlar istatistiksel olarak anlamlı renk uyumsuzluğu göstermesine rağmen, her iki restoratif materyal 18 ay sonra geniş 2. sınıf preparasyonların restorasyonunda başarılı performans gösterdi.

**ABSTRACT Objective:** To evaluate the clinical performance of a glass hybrid restorative compared to a resin composite in the restoration of large and deep class 2 preparations after 18 months. **Material and Methods:** A total of 108 extended size-with the width of the proximal box not interfering with the peak of the cusps and the proximal box in occlusion-class II lesions in 37 patients were either restored with a glass hybrid restorative (EQUIA Forte, GC, Tokyo, Japan), or with a micro-hybrid composite resin (G-ænial Posterior, GC, Tokyo, Japan) in combination with selective etching by two experienced operators according to the manufacturer's instructions. Two independent examiners evaluated the restorations at baseline and 6-, 12- and 18-month recalls according to the modified USPHS criteria. Negative replicas at each recall were observed under scanning electron microscopy (SEM) to examine surface characteristics. Data were analyzed statistically. **Results:** After 18 months, 90 restorations were evaluated in 32 (recall rate: 86.5%) patients. Four glass hybrid restorations were missing; 3 were due to bulk and 1 was due to proximal fracture at 12 months. Only 6 restorations were scored as bravo also at baseline, 6-, 12- and 18-month recalls for color ( $p>0.05$ ). No significant differences were observed between the two restorative materials for the other criteria evaluated ( $p>0.05$ ). SEM observations exhibited acceptable surface and marginal adaptation characteristics for both restorative materials at 18 months control. **Conclusions:** Although glass hybrid restorations statistically significant mismatch in color, both restorative materials exhibited successful performances for the restoration of large class 2 preparations after 18-month.

**Anahtar Kelimeler:** Kompozit rezin; cam iyonomer;  
2. sınıf preparasyon; klinik performans

**Keywords:** Composite resin; glass ionomer;  
class 2 preparation; clinical performance

**Correspondence:** Zeynep Bilge KÜTÜK  
Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Ankara, TÜRKİYE/TURKEY  
**E-mail:** zeynepbilge.kutuk@hacettepe.edu.tr



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

**Received:** 17.01.2019 **Received in revised form:** 15.03.2019 **Accepted:** 15.03.2019 **Available online:** 20.03.2019

2146-8966 / Copyright © 2020 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Posterior dişlerin restorasyonunda amalgamın kullanımı, son yıllarda cıva içeriğinden kaynaklanan çevresel kaygılar ve estetik alternatiflere olan talebin artması nedeni ile oldukça azalmıştır.<sup>1-3</sup> Günümüzün modern restoratif diş hekimliği, diş dokularının minimal düzeyde uzaklaştırılmasına ve demineralize dokular üzerinde terapötik etkiye sahip olabilecek adeziv restoratif materyallerin uygulanmasına odaklanmaktadır.<sup>3</sup> Amalgamın kullanılmasındaki azalmaya bağlı olarak, son yıllarda “Diş rengindeki alternatifleri” üzerinde durulmaktadır.

Elli yıldan daha uzun bir süre önce diş hekimliğine tanıtılan rezin kompozitler, 1. ve 2. sınıf lezyonların restorasyonunda başarıyla kullanılmaktadır.<sup>4-6</sup> Ancak, polimerizasyon büzülmeleri ve gerilme stresleri sonucu oluşan problemler devam etmektedir.<sup>7</sup> Gerilme stresleri, rezin kompozit ile diş dokusu arasındaki adezyonu etkileyerek mikrosızıntıya, bağlanmada başarısızlığa ve kırılmaya yatkın diş yapısının oluşumuna neden olabilir.<sup>8</sup>

Cam iyonomer (Cİ) ler mine ve dentine kimyasal bağlanırlar, diş yapısına benzer termal genişleme katsayısına sahiptirler, biyoyoumludurlar, florür alımı ve salınımı yaparlar ve neme duyarlılıkları azdır.<sup>9-13</sup>

Cİ’lerin formülasyonlarında yapılan değişiklikler, endikasyon alanını genişleterek daha iyi özellikler kazandırmıştır, bunlar; kolay uygulanabilme, aşınma direncinde ve dayanıklılığında artma, sertleşme süresinde kısalma ve estetiğin iyileştirilmesidir.<sup>14,15</sup>

Son yıllarda, ışık ile polimerize edilen nano-dolduculu rezin örtücü ile birlikte uygulanan ve yük alan 1. ve sınırlı boyutlarda 2. sınıf preparasyonlarda kullanılabilen yüksek viskoziteli bir restoratif Cİ tanıtılmıştır. Cİ yüzeyine rezin örtücü uygulanmasının, restorasyon yüzeyine parlaklık kazandırdığı, zaman içerisinde translüsensinin azalmasını önlediği, Cİ’den ve bitirme işlemlerinden kaynaklanan boşlukları ve yüzey düzensizliklerini doldurarak düzgün bir yüzey sağladığı, erken dönemde neme karşı duyarlılığı azalttığı, restorasyonun kırılmaya ve aşınmaya karşı direncini artırdığı ve restoratif materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir.<sup>3</sup>

Restorasyonların ömrünü belirlemenin yanı sıra, yeni tekniklerin güvenilirliğini ve etkinliğini kanıtla-

mak için klinik çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Günümüze kadar bu Cİ restoratifleri değerlendiren az sayıda klinik çalışma bulunmaktadır.<sup>16-18</sup> Bu restoratif materyallerin, 1. ve küçük boyutlu (konservatif) 2. sınıf preparasyonlarda memnun edici klinik performans gösterdiği rapor edilmiştir.<sup>19,20</sup> Ancak, bu materyalin geniş 2. sınıf preparasyonların restorasyonunda daimi restoratif olarak değerlendiren klinik bir çalışma henüz bulunmamaktadır.

Cİ’lerle ilgili son zamanlardaki en yeni gelişme, cam hibrid (CH) lerin tanıtılmasıdır. CH materyalinin daha küçük ve daha reaktif silikat partikülleri ile güçlendirildiği ve daha yüksek moleküler ağırlıklara sahip akrilik asit molekülleri ile matris çapraz bağlantısının kuvvetlendirildiği üreticisi tarafından bildirilmektedir. Bu güçlendirmenin, materyalin eğilme dayanımını artırdığı ve geniş boyutlu 2. sınıf preparasyonlarda kullanılabilceği yine üreticisi tarafından öne sürülmektedir.<sup>21</sup>

Bu çalışmada, geniş ve derin 2. sınıf preparasyonların restorasyonunda CH restoratifin 18 ay sonundaki klinik performansının rutin olarak kullanılan bir mikro-hibrid rezin kompozite kıyaslanarak değerlendirilmek amaçlandı. Çalışmanın hipotezi, geniş 2. sınıf preparasyonların restorasyonunda CH restoratif sistemin klinik performansının rezin kompozit kadar başarılı olacaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu 18 aylık çalışma; çift kör, randomize ve kontrollü bir klinik çalışmadır. Test edilen restoratif materyaller **Tablo 1**’de gösterilmektedir.

## ÇALIŞMA TOPLULUĞU VE ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ

Çalışmanın protokolü Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırmalar Yerel Etik Kurulu tarafından onaylandı (Protokol no: 2015/09, KA-15053) ve *ClinicalTrials.gov* klinik çalışmalar veri tabanına kaydedildi (NCT02991664). Çalışma Helsinki Deklarasyonu Prensipleri’ne uygun olarak yapıldı. Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalında tedavi hizmeti almak isteyen bir grup hasta tarandıktan sonra, dâhil edilme ve edilmeme kriterlerini karşılayan toplam 37 hasta seçildi. Dahil edilme kriterleri şunlardı: 1. Posterior dişlerinde en az iki en fazla dört geniş

**TABLO 1:** Çalışmada kullanılan materyaller.

Adı	Tipi	Üreticisi (Batch #)	İçeriği
EQUIA Forte Fil	Bulk fill, cam hibrid restoratif	GC Corp, Tokyo, Japonya (1502091)	Floroalümina silikat cam, poliakrilik asit tozu, yüzeyi muamele edilmiş cam
EQUIA Forte Coat	Nanodoldurucu rezin	GC Corp, Tokyo, Japonya (2684031)	Metil metakrilat, koloidal silika, kamforokinon, üretan metakrilat, fosforik ester monomeri
Cavity Conditioner	Kavite temizleme ajanı	GC Corp, Tokyo, Japonya (1609061)	%20 poliakrilik asit, %3 alüminyum klorit, distile su
G-ænial Posterior	Mikro-hibrid rezin kompozit	GC Corp, Tokyo, Japonya (140922B)	UDMA, DMA ko-monomer, inorganik doldurucu >100 nm; floroalüminosilikat, inorganik doldurucu <100 nm; silika, pre-polimerize doldurucular (16–17 µm); stronsiyum ve lantanoit florit Doldurucu (% ağırlık/hacim): 77/65
G-ænial Bond	Tek aşamalı self-etch adeziv rezin	GC Corp, Tokyo, Japonya (1411201)	4-MET, UDMA, TEGDMA, fosforik asit, monomer, aseton, su, silanlanmış koloidal silika, başlatıcı

UDMA: Üretan dimetakrilat; DMA: Di-metakrilat komonomer; TEGDMA: Trietilen glikol dimetakrilat; 4-MET: 4-Metakriloksietil trimellitik asit.

proksimal çürük lezyonu bulunması, 2. Periodontal dokularının sağlıklı olması, 3. Kontrol randevularına gelme olasılığının yüksek olması, 4. Restore edilecek dişlerin oklüzyonda, semptomsuz ve vital olmasıdır. Dahil edilmeme kriterleri ise: 1. Dişlerin kısmen sürmüş olması, 2. Hastada davranış bozukluklarının olması, 3. Periodontal dokularının sağlıklı olmaması, 4. Sistemik hastalığın bulunması, 5. Restore edilecek olan dişlerin karşıtlarının ve kontaklarının olmamasıdır. Hastaların yaş ortalaması 24, yaş aralığı ise 15-37 idi. İstatistiksel gücü sağlamak amacıyla, asgari temsili örneklem büyüklüğü her iki restoratif materyali değerlendirmek için gereken restorasyon sayısı temel alındı (n=108). Çalışmaya dâhil edilen bireyler çalışma konusunda bilgilendirildi ve yazılı onamaları alındı.

## RESTORATİF İŞLEMLER

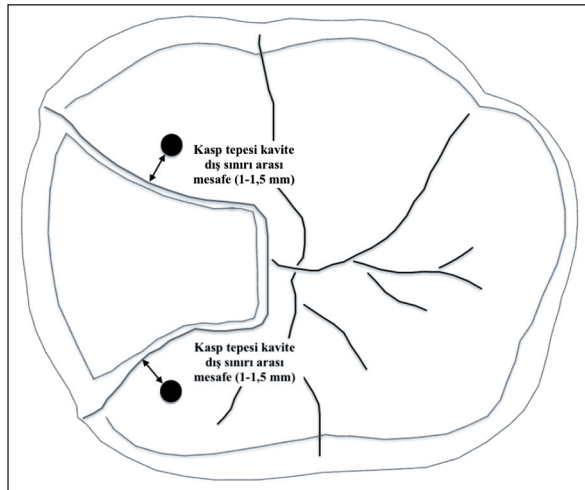
İki deneyimli klinisyen tarafından 37 hastada 108 Sınıf II restorasyon uygulandı (Tablo 2). Tedavi ön-

cesinde çalışmaya dâhil edilen dişlerden periapikal ve bite-wing radyograflar alındı ve vitalite testi uygulandı. Kavite preparasyonları su soğutması altında yüksek hızlı döner aletle elmas fissür frez (MS Rounded Edged Cylinder Bur [835R-012-4], Diatech, Heerbrugg, İsviçre) kullanılarak yapıldı. Çürük dokular, el aletleri ve düşük hızlı döner aletle tungsten karbit rond frezlerle (C31L-314-012-6.0, DIATECH, Coltène/Whaledent AG, Altstätten, İsviçre) uzaklaştırıldı. Kavite duvarlarına bizotaj yapılmadı ve gerekli durumlarda anestezi uygulandı. Kavite şekli üreticisi tarafından bildirdiği gibi, CH restoratifin proksimal kavite genişliği kasp tepesine ulaşmıyacak şekilde 1-1,5 mm önünde sınırlandırıldı (Şekil 1). Restoratif işlemlerden önce; çürük doku tamamen uzaklaştırıldıktan sonra, kavite derinliği ve genişliği bir periodontal sond ile ölçüldü. Kavite derinliği 3 mm'den daha az olduğunda veya çürük nedeni ile pulpa ekspozu meydana gelen dişler çalışmadan çıkarıldı. İhtiyaç duyulan yerlerde rezin modifiye kal-

**TABLO 2:** Restorasyonların uygulandığı dişe, preparasyon tipine ve yer aldığı çeneye göre dağılımı.

		EQUIA forte		G-ænial posterior		Toplam
		OM/OD	MOD	OM/OD	MOD	
Üst çene	Premolar	18	2	14	4	38
	Molar	9	1	9	2	21
Alt çene	Premolar	12	2	10	2	26
	Molar	10	1	7	5	23
Toplam		49	6	40	13	108

OM: Oklüzomezial, OD: Oklüzodistal, MOD: Mezio-oklüzodistal.



**ŞEKİL 1:** EQUIA Forte üreticisinin önerdiği geniş boyutlu 2. sınıf preparasyon şekli.

siyum silikat pulpa koruyucu/örtücü (Theracal LC, BISCO, Inc. Schaumburg, IL, ABD) uygulandı. Restorasyonlar sırasında bölümlü matriks sistemi (Palodent, Dentsply, Konstanz, Almanya) kullanıldı. Kavite üretici talimatlarına uygun şekilde CH restoratif (EQUIA Forte, GC) veya mikro-hibrid rezin kompozit (G-ænial Posterior, GC) ile restore edildi. Dişlere uygulanacak restoratif materyalin (EQUIA Forte ve G-ænial Posterior) seçiminde rastgele sayılar tablosu kullanıldı.

### CAM HİBRİD RESTORASYONLAR

Kaviteye 20 sn boyunca %20 poliakrilik asit (Cavity Conditioner, GC) uygulandı, yıkandı ve kısa bir süre kurutuldu. Daha sonra, kapsül formundaki EQUIA Forte (GC, Tokyo, Japonya), çalkalanıp sert bir yüzeye hafifçe vurularak tozun serbestleşmesi sağlandıktan sonra aktive edildi ve otomatik karıştırıcıya (Ultram, SDI, Victoria, Avustralya) yerleştirilerek 10 sn karıştırıldı. Kapsül, hemen özel kapsül uygulayıcısına (GC Avrupa, Tokyo, Japonya) yerleştirildi ve CH restoratif kaviteye uygulandı. İzolasyon için pamuk rulolar ve tükürük emici kullanıldı. Karıştırma işleminden yaklaşık 2,5 dk sonra, sertleşen materyalin oklüzyon kontrolü yapıldı, su soğutması altında ince grenli elmas bitirme frezleri (Diatech, Swiss Dental, Heerbrugg, İsviçre) ve kompozit polisaj lastikleri (Edenta AG, Au(SG), İsviçre) kullanılarak bitirme ve polisaj işlemi gerçekleştirildi. Yüzeydeki

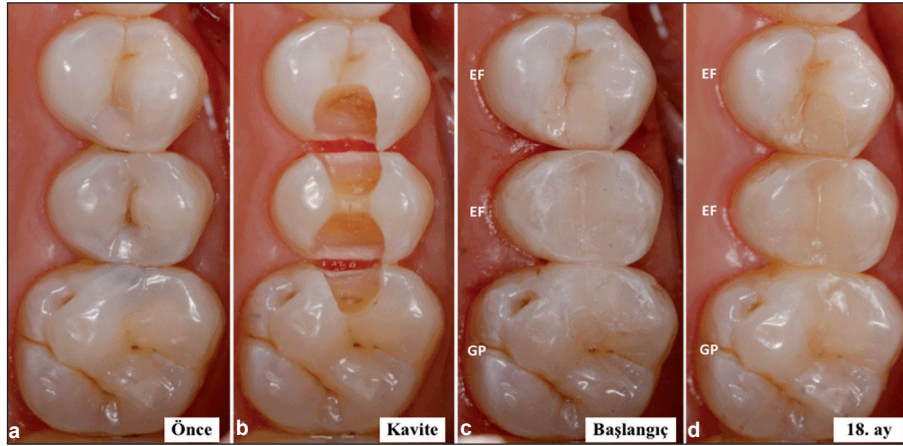
artıklar su ile uzaklaştırıldı ve restorasyon yüzeyi hava ile kurutulduktan sonra CH yüzeyine mikro uçlu bir aplikatörle 10 sn nano-dolduruculu yüzey örtücü EQUIA Forte Coat (GC, Tokyo, Japonya) uygulandı ve 20 sn LED ışık cihazı ile (Starlight s, Mectron s.p.a., Carasco, İtalya) (>1400 mW/cm<sup>2</sup>) polimerize edildi.

### REZİN KOMPOZİT RESTORASYONLAR

Mine yüzeyleri %35 fosforik asit jel ile 10 sn pürüzlendirildi, 15 sn yıkandı ve hafifçe kurutuldu. Sonra G-ænial Bond mine ve dentin yüzeylerine fırça yardımıyla uygulandı, 10 sn beklendi, 5 sn başıncılı yağsız hava ile kurutuldu ve 10 sn LED ışık cihazı ile polimerize edildikten sonra yüzeyde buzlu cam görüntüsü izlendi. Ardından mikro-hibrid rezin kompozit, G-ænial Posterior (GC, Tokyo, Japonya) 2 mm kalınlığında tabakalar hâlinde kaviteye yerleştirildi ve her tabaka 20 sn LED ışık cihazı ile polimerize edildi. Restorasyonun oklüzyonu, artikülasyon kâğıtları kullanılarak kontrol edildi, bitirme ve polisaj işlemleri ince grenli elmas bitirme frezleri (Diatech, Swiss Dental, Herrbrugg, İsviçre) ve silikon polisaj lastikleri [Edenta AG, Au (SG), İsviçre] ile su soğutması altında gerçekleştirildi.

Hastalar restorasyonlar yapıldıktan bir hafta sonra (baseline) kontrol için çağırıldı. Restorasyonlar, hangi dişte hangi restoratif sistemin kullanıldığını bilmeyen iki bağımsız hekim tarafından modifiye Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi [United States Public Health Services (USPHS)] kriterlerine göre ayna, sond ve bite-wing radyograflar kullanılarak değerlendirildi.<sup>22</sup> USPHS kriterlerinin değerlendirilmesinde 20 yıldan fazla deneyime sahip olan iki diş hekimi, her kriter için değerlendirme içi ve değerlendirmeler arası en az %95'lik bir kappa değeri seviyesine kalibre oldu.

Hastalar daha sonra, 6, 12 ve 18. aylarda, aynı iki kalibre diş hekimi tarafından başlangıç kontrolündeki aynı kriterler kullanılarak restorasyonların değerlendirilmesi için kontrollere çağırıldı. Değerlendirmelerde anlaşmazlık olması hâlinde nihai karar her iki değerlendiricinin ortak görüşüyle alındı. Her kontrolde tüm restorasyonların fotoğrafları çekildi ve kaydedildi (**Resim 1**) (Canon macro 100 mm lens, Canon Inc, Tokyo, Japonya).



**RESİM 1:** EQUIA Forte ve G-ænial Posterior'un klinik görüntüleri. **a)** Restorasyonlardan önce, **b)** kavite preparasyonları, **c)** restorasyonların başlangıç görüntüleri, **d)** restorasyonların 18. ay görüntüleri.

### TARAMALI ELEKTRON MİKROSKOBU ANALİZİ

Tüm kontrollerde her gruptan rastgele seçilen bir hastadan polivinilsiloksan ölçü materyali ile negatif replikalar hazırlandı. Replikalar altın ile kaplandı ve restorasyonların yüzey morfolojisi ve kenar uyumları taramalı elektron mikroskobu [scanning electron microscopy (SEM)] (JSM-6400 SEM, JEOL, Tokyo, Japonya) altında x10, x50 ve x200 büyütme ile incelendi.

### İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analizler IBM SPSS versiyon 22,0 paket programı (SPSS, Chicago, IL, ABD) ile yapıldı. Her restoratif materyalin USPHS kriterlerine göre farklı zamanlardaki değişimlerini karşılaştırmak için Cochran Q testi kullanıldı. Restoratif gruplar içinde her kategorideki değişiklikler Fisher Exact testi kullanılarak karşılaştırıldı ( $\alpha=0,05$ ).

### BULGULAR

Restorasyonların dağılımı **Tablo 2'**de gösterilmektedir. Molar dişlere 44 (%41), premolar dişlere 64 (%59) restorasyon yapıldı. Restorasyonların 59 (%55)'u üst çenede, 49 (%45)'u alt çenede yer aldı.

Hastaların kontrollere katılma oranı 6. ayda %100; 12 ve 18. aylarda %86,5 idi (**Tablo 3**). On sekiz ay sonunda 32 hastada 90 restorasyon değerlendirildi. Beş hasta çalışmadan ayrıldığı için 18 restorasyon değerlendirilemedi. G-ænial Posterior'un başarı oranı %100 idi. EQUIA Forte restorasyonları-

nın başarı oranı; 12 aylık kontrollerde %93,7 iken, 12 aylık kontrollerde başarısız restorasyonları olan 3 hasta 18 aylık kontrollerde değerlendirilemediğinden başarı oranı 18 aylık kontrollerde %100 olarak hesaplandı.

Restorasyonların klinik değerlendirmesinin bulguları **Tablo 4'**te sunulmaktadır. Cochran Q testi sonuçlarına göre, her iki restoratif için başlangıç ile diğer değerlendirme zamanları arasında anlamlı bir fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

G-ænial Posterior grubundaki tüm restorasyonlar, tüm değerlendirme zamanlarında mükemmel anatomik form gösterdi. EQUIA Forte grubundaki restorasyonların tamamı 12 aylık değerlendirmeye kadar başarılı olur iken, 12. ayda 2 (%4,4) restorasyonun konturunda hafif bozulmalar gözlemlendi. Bu restorasyonlara polisaj işlemi uygulandı ve alfa (A) olarak skorlandı.

Altı (%10,9) EQUIA Forte restorasyonunda başlangıç ve 6, 12 ve 18. aylardaki kontrollerde hafif renk uyumsuzluğu görüldü. Aynı zamanda, EQUIA Forte ve G-ænial Posterior grupları arasında renk uyumu açısından anlamlı bir fark bulundu ( $p=0,011$ ).

On ikinci ayda 3 (%6,3) EQUIA Forte restorasyonda kütleli kırılma nedeni ile kaybedildi ( $p=0,092$ ). Bir (%2,2) EQUIA Forte restorasyonun proksimal kontak bölgesinde kısmi kırık görüldü ve 18 ay sonunda restorasyonda başarısızlık olarak kaydedildi ( $p=0,429$ ).

**TABLO 3:** Hastaların kontrollere gelme oranları.

	Kontrol periyotları			
	Başlangıç	6. ay	12. ay	18. ay
Hasta sayısı (%)	37 (100)	37 (100)	32 (86,5)	32 (86,5)

Bir EQUIA Forte restorasyonunun 12. ay kontrolünde, restorasyon-mine arayüzünde ( $p=0,429$ ) minimal renk değişikliği belirlendi.

Geri kalan diğer değerlendirme kriterleri (İkincil çürük, polisajlanabilirlik, yüzey renklenmesi, duyarlılık ve yumuşak doku sağlığı) için bir fark gözlenmedi ( $p>0,05$ ).

EQUIA Forte ve G-aenial Posterior restorasyonlarından birer örneğin SEM incelemeleri Resim 2, Resim 3'te gösterilmektedir. Her iki restoratif materyalde de 18 aylık değerlendirme sırasında kabul edilebilir kenar uyumu ve yüzey özellikleri izlendi.

## TARTIŞMA

Posterior bölgede kullanılan restoratif materyallerden beklenen, çigneme ve oklüzal kuvvetlere karşı koymak için yeterli dayanıklılığa sahip olmalarıdır. Uzun manipülasyon süresi, direkt polimerizasyon olanağı, gerekli aşama sayısının az ve hasta başında geçirilen zamanın kısa olması gibi avantajlarından dolayı rezin kompozitler, posterior dişlerin restorasyonunda tercih edilir.<sup>23,24</sup>

Restorasyon materyalleri olarak Cİ'lerin de kullanımını literatürde açıkça gösterilmiş olmasına rağmen, geleneksel Cİ'ler nispeten düşük kırılma dayanıklılığı ve daha yüksek oklüzal aşınma oranı gibi dezavantajları nedeni ile, amalgam ve rezin kompozitlere kıyasla daha az tercih edilen materyaller olmuştur.<sup>13,25</sup> Bu nedenle, geleneksel modifiye edilmiş Cİ'ler, geçmişte süt veya daimi molarlarda 2. sınıf preparasyonların restorasyonunda tercih edilen materyaller olarak düşünülmemiştir.<sup>12,13</sup> Son yıllarda fiziksel/mekanik özelliklerini geliştirmek için Cİ'lerin yapılarında çok sayıda gelişmeler yapılmıştır. Laboratuvar çalışmaları da yüksek viskoziteli Cİ'lerin rezin kompozitler ile rekabet edebilecek özelliklerde olduğunu göstermiştir.<sup>21,26,27</sup>

Literatürde, amalgam veya rezin kompozitler üzerine yapılan çalışmalar çok fazla olmasına rağmen,

bugüne kadar Cİ esaslı restoratif sistemlerin klinik başarısı ile ilgili sadece birkaç çalışma bildirilmiştir.<sup>28-30</sup> Bu çalışmalar da çoğunlukla 1. sınıf preparasyonlarda yapılmıştır.<sup>17,31</sup> 2. sınıf preparasyonlarda performanslarını gösteren verilerin sınırlı sayıda, ayrıca küçük ve orta boyuttaki lezyonlarda olduğu görülmektedir.<sup>20,32</sup>

Son zamanlarda, farklı restoratif Cİ'lerle az sayıda klinik çalışma yapılmasına rağmen; bilindiği kadarıyla bu çalışma; yeni geliştirilen CH restoratif sistemin, üretici tarafından öngörülen geniş 2. sınıf preparasyonların restorasyonunda kullanılacak olan ilk klinik çalışmadır.<sup>16,20,32</sup> Bu yeni güçlendirilmiş CH'nin klinik başarısı ile ilgili veri bulunmadığından, diğer çalışmalarınki ile karşılaştırma yapılamamıştır.

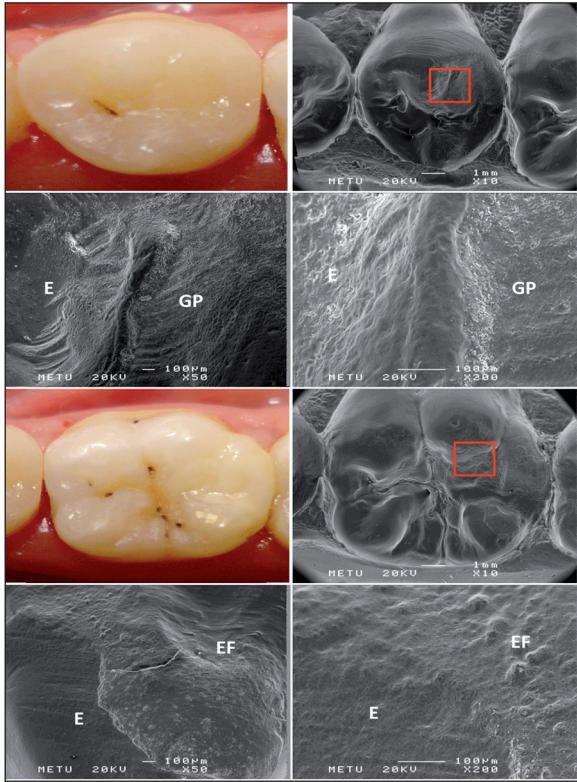
Scholtanus ve ark.nın yaptığı retrospektif bir çalışmada, Sınıf II restorasyonlarda yüksek viskoziteli bir Cİ'nin (Fuji IX GP) performansını 6 yıl boyunca incelenmişlerdir.<sup>12</sup> 116 2. sınıf restorasyon (30 OM, 40 OD, 46 MOD), 1996 ve 1997 yıllarında iki deneyimli dişhekimi tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar 18 aya kadar hiçbir kayıp gözlemlenmemiştir; ancak restorasyonların ağızda kalma oranının 42 ayda %93 olduğunu bildirmişlerdir. Kayıp oranı 42 ay sonra artış göstermiş ve 72 ayda restorasyonların ağızda kalma oranı %60 olarak rapor edilmiştir. Cİ restorasyonların proksimal alanlarında görülen kırılmalar Cİ'lerin en sık görülen yenilenme nedeni olarak bildirilmiştir. Oklüzal aşınmalar ya da istmus bölgesindeki kırılmalar nedeni ile restorasyonlarda başarısızlık görülmemiştir.

Daha sonraları, Frankenberger ve ark. tarafından yapılan prospektif bir klinik çalışmada, visküz bir Cİ'nin (Ketac Molar) posterior kavitelelerdeki klinik performansı 2 yıl boyunca incelenmiş ve 2. yıldaki kontrollere gelme oranının %24, 2. sınıf preparasyonlar için başarısızlık oranlarının ise %40 olduğunu bildirilmiştir.<sup>13</sup> Başarısızlıkların esas nedeni olarak, oklüzal yük alan bölgelerdeki kütleli kırılmalar gösterilmiştir.

2011 yılında Friedl ve ark., posterior dişlerde yeni bir Cİ restoratif sistem olan EQUIA'nın klinik özelliklerini değerlendirmişlerdir.<sup>16</sup> Bu retrospektif çalışmada, 6 diş kliniğinde 43 hastanın daimi molar ve premolarlarına 26 adet 1. sınıf ve 125 adet 2. sınıf

TABLO 4: Restorasyonların başlangıç, 6, 12 ve 18. aylardaki klinik değerlendirme skorları.

Modifiye USPHS kriterleri/skorlar	EQUIA Forte				G-enial Posterior					
	Başlangıç	6. ay	12. ay	18. ay	P	Başlangıç	6. ay	12. ay	18. ay	P
Anatomik form	A: Restorasyonun mevcut anatomik formu ve kenarları devamlıdır	55 (100)	43 (95,6)	45 (100)		53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	
	B: Restorasyon hafif aşırı veya düşük konturludur	0	2 (4,4)	0		0	0	0	0	
	C: Kenar çıkıntılar vardır veya dış yapısı (mine veya dentin) açıktır	0	0	0	0,406	0	0	0	0	1,000
	D: Restorasyonda kayıp vardır; travmatik oklüzion veya restorasyon dişle veya komşu dokularda ağrıya neden olmaktadır	0	0	0		0	0	0	0	
Sekonder çürük	A: Görünür çürük yoktur	55 (100)	45 (100)	45 (100)	1,000	53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	1,000
	C: Restorasyon sınırına bitişik çürükler görülmektedir	0	0	0		0	0	0	0	
	A: Restorasyon ve komşu diş yapısı arasında renk veya translüsenansi açısından uyumsuzluk yok	49 (89,1)*	39 (86,7)*	39 (86,7)*		53 (100)*	45 (100)*	45 (100)*	45 (100)*	
Renk uyumu	B: Restorasyon ve diş yapısı arasında normal sınırlarda uyumsuzluk	6 (10,9)	6 (13,3)	6 (13,3)	1,000	0	0	0	0	1,000
	C: Restorasyon ve diş yapısı arasında normal sınırlar dışında uyumsuzluk	0	0	0		0	0	0	0	
	D: Estetik olarak renk, ton ve translüsenansi açısından uyum yok	0	0	0		0	0	0	0	
	A: Var	55 (100)	45 (93,7)	45 (100)		53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	
Retansiyon	B: Kısmi kayıp	0	0	0	0,406	0	0	0	0	1,000
	C: Yok	0	3 (6,3)	0		0	0	0	0	
	A: Rezin-mine arayüzünde mükemmel devamlılık; takilma yok, renk değişikliği yok	55 (100)	45 (100)	45 (100)		53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	
Kenar uyumu	B: Rezin-mine arayüzünde hafif renk değişimi; arayüzde takilma	0	0	0	0,406	0	0	0	0	1,000
	C: Rezin-mine arayüzünde 1 mm veya daha geniş orta seviyede renk değişimi	0	0	0		0	0	0	0	
	D: Kenarlarda tekrarlayan bozulma	0	0	0		0	0	0	0	
	A: Pürüzsüz ve son derece parlak, mineye benzer	55 (100)	45 (100)	45 (100)		53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	
Polisajlanabilirlik	B: Pürüzsüz, son derece yansıtıcı	0	0	0	1,000	0	0	0	0	1,000
	C: Pürüzlü ve parlak, biraz yansıtıcı	0	0	0		0	0	0	0	
	D: Pürüzlü ve mat, yansıtıcı değil	0	0	0		0	0	0	0	
	A: Yok	55 (100)	45 (100)	45 (100)		53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	
Yüzey renklenmesi	C: Var	0	0	0	1,000	0	0	0	0	1,000
	Preperatif	0	0	0		0	0	0	0	
Duyarlılık	Preperatif	55 (100)	45 (100)	45 (100)	1,000	53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	1,000
	Preperatif	0	0	0		0	0	0	0	
	A: Mükemmel yanıt-inflamasyon yok	55 (100)	45 (100)	45 (100)		53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	
	B: Diş eti dokusunda hafif inflamasyon	0	0	0	1,000	0	0	0	0	1,000
Yumuşak dokuların sağlığı	C: Orta ila şiddetli diş eti inflamasyonu	0	0	0		0	0	0	0	
	A: Var	55 (100)	45 (97,8)	45 (100)		53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	
	C: Yok	0	1 (2,2)	0	1,000	0	0	0	0	1,000
Proksimal kontak noktaları	A: Var	55 (100)	45 (97,8)	45 (100)		53 (100)	45 (100)	45 (100)	45 (100)	
	C: Yok	0	1 (2,2)	0	1,000	0	0	0	0	1,000



**RESİM 2:** G-aenial Posterior ve EQUIA Forte restorasyonlarının başlangıçtaki görüntüleri. G-aenial Posterior restorasyonun a) klinik görüntüsü, G aenial Posterior restorasyonun taramalı elektron mikroskobu fotomikrografisi, b) x10, c) x50, d) x200. EQUIA Forte restorasyonunun e) klinik görüntüsü, EQUIA Forte restorasyonunun SEM fotomikrografisi f) x10, g) x50, h) x200. E: Mine; EF: EQUIA Forte; GP: G-aenial Posterior.

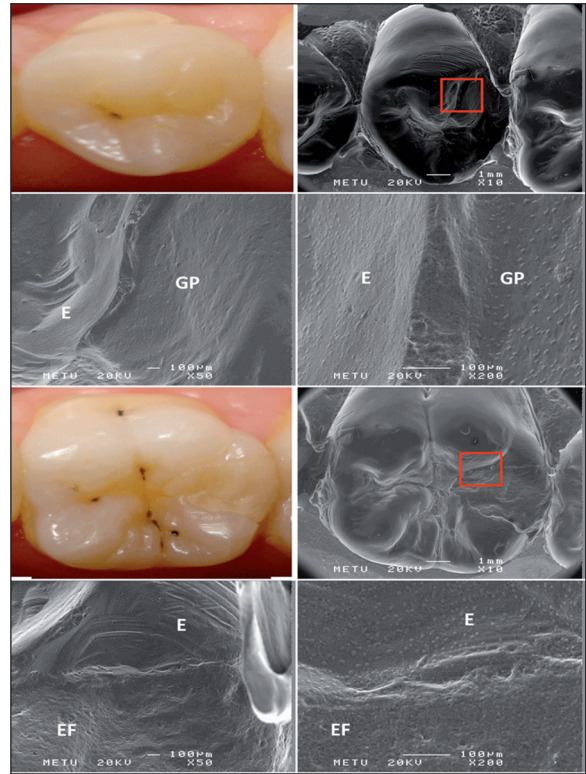
restorasyon yapılmıştır. Yirmi dört ay sonra hiçbir başarısızlık gözlemlenmemiş, ancak 2 yüzeyle Sınıf II restorasyonların %1,2'sinde ve 3-4 yüzeyle 2. sınıf restorasyonların %7,3'ünde kenar uyumsuzluğu görülmüştür. Gözle görünür belirgin bir pürüzlülük, 2. sınıf restorasyonların 2 yüzeylelerinin %14'ünde ve 3-4 yüzeylelerinin %24'ünde izlenmiştir. Araştırmacılar, bu sistemin 1. sınıf ve küçük boyutlu 2. sınıf preparasyonlar için kalıcı bir restorasyon materyali olarak kullanılabilmesi sonucuna varmıştır.

Klinke ve ark., EQUIA restoratif sistemle (EQUIA Fil + EQUIA Coat) çok merkezli, prospektif, bir klinik saha çalışması yapmış ve bu sistemin klinik performansını Dünya Diş Hekimliği Federasyonu kriterlerine göre incelemişlerdir.<sup>18</sup> Çalışma, 29 şehirde farklı 144 özel diş kliniğinde yapılmıştır. Yaş aralığı 20-80 yıl olan erişkin hastalarda, 1.001 restorasyon arasından toplam 232 2. sınıf restorasyon yapılmıştır. Ancak, 4 yıl sonra, yalnızca 32 2. sınıf

restorasyonu değerlendirebilmişlerdir. Sekiz restorasyon proksimal kontak kaybı veya kırılması nedeni ile klinik olarak yetersiz bulunmuş ve yenilenme gereği duyulmuştur.

Türkün ve Kanık, EQUIA sisteminin 6 yıl boyunca klinik performansını değerlendirmişlerdir. Uzun dönemli klinik çalışmalarında, 256 2. sınıf lezyondan 44'ü EQUIA sistemi (EQUIA Fil+G Coat) ile restore edilmiştir. 2. sınıf preparasyonlar çoğunlukla orta ila büyük boyutta hazırlanmış, ancak hiçbirine kasplar dâhil edilmemiştir.<sup>32</sup> On sekiz ay sonra, 5 2. sınıf restorasyonun (EQUIA Fil + G Coat) değiştirilmesi gerekirken, 6 yılın sonunda sadece 1 restorasyonun kısmen kaybedilmesi nedeni ile değiştirilmiştir ve 6 restorasyon tamir edilmiştir.

Bu klinik çalışmalarda, kavite büyüklüğü ve kalan diş dokusu göz önüne alınmıştır. Bununla birlikte, EQUIA Fil restoratif sisteminin üreticisi tara-



**RESİM 3:** G-aenial Posterior ve EQUIA Forte restorasyonlarının 18. ay görüntüleri. G-aenial Posterior restorasyonun a) klinik görüntüsü, G aenial Posterior restorasyonun taramalı elektron mikroskobu fotomikrografisi, b) x10, c) x50, d) x200. EQUIA Forte restorasyonunun, e) klinik görüntüsü, EQUIA Forte restorasyonunun taramalı elektron mikroskobu fotomikrografisi, f) x10, g) x50, h. x200. E: Mine; EF: EQUIA Forte; GP: G-aenial Posterior.



findan, küçük ve orta büyüklükteki 2. sınıf preparasyonlarda kullanıldığında, kaviteilerin isthmus genişliğinin kaspalar arası mesafenin yarısından daha az olması gerektiği bildirilmektedir.<sup>18</sup>

Gürkan ve ark. tarafından, başka bir uzun süreli klinik çalışma rapor edilmiştir.<sup>20</sup> Bu çalışmada, minimal invaziv diş hekimliği ilkeleri ile konservatif kavite tasarımı kullanılmış ve 60 2. sınıf lezyon EQUIA veya bir mikro-hibrid rezin kompozitle (Gradia Direct Posterior) restore edilmiştir. Kavite preparasyonlarının hiçbirisi bir veya daha fazla sayıda kasp içermemiştir. Restorasyonlar, yıllık olarak modifiye USPHS kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Altı yılın sonunda, 45 2. sınıf restorasyon incelenmiştir. 3 ve 4. yıllarda sadece birer 2. sınıf EQUIA restorasyon kaybedilmiştir. 5 ve 6. yıllarda başarısızlık gözlenmemiştir. Restoratif materyallerin hiçbirisi diğerinden üstün bulunmamıştır.

Bu çalışma, en az iki geniş 2. sınıf lezyona sahip hastalar üzerinde yapıldı ve yeni bir CH restoratif sistem, arka dişlerin restorasyonunda kullanılan rezin kompozitle karşılaştırıldı. Önceki Cİ restoratifin (EQUIA Fil) aksine, bu yeni ultra ince ve yüksek reaktif cam partikülleri ile güçlendirilmiş CH restoratif materyalin (EQUIA Forte), daha geniş ve derin 2. sınıf lezyonlarda kullanılması üreticisi tarafından tavsiye edilmektedir.<sup>33</sup>

Amerikan Diş Hekimleri Birliği tarafından belirtildiği gibi, arka dişlerde kullanılması amaçlanan bir restoratif materyalin tam olarak kabul görebilmesi için 18 aylık klinik takipten sonra ağızda kalabilme oranının en az %90 olması gerekmektedir.<sup>34</sup> Bu çalışmada, 18 ay sonra EQUIA Forte 2. sınıf restorasyonlarının retansiyon oranının %93,7 olduğu görüldü. Bu bulgu, güçlendirilmiş yeni CH'nin klinik olarak iyi performans ortaya koyduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, çalışmanın sıfır hipotezi reddedildi.

Restorasyonların hiçbirinde ikincil çürük veya postoperatif duyarlılık görülmedi. Restorasyonların polisajlanabilirliği başarılı bulundu ve hiçbirisi yüzey renklenmesi göstermedi. Bu da restorasyonların yüzeyine uygulanan rezin örtücüye bağlanabilir. On iki aylık takip süresince, sadece az sayıda EQUIA Forte restorasyonunun anatomik formunda (%4,4) ve proksimal kontak noktalarında (%2,2) hafif değişiklikler

görüldü ve 3 (%6,3) restorasyon başarısız bulundu. On sekiz ay sonunda, sadece 1 (%2,2) EQUIA Forte restorasyonunun restoratif-mine arayüzünde hafif renklenme izlendi. Çok daha önemli olan, lateral sırtların üzerindeki kontak noktalarının kütleli kırılmalar için risk oluşturmasıdır. Güçlendirilmiş geleneksel Cİ'lerle yapılan önceki çalışmalarda, proksimal kenarların sırtlarında ufak kırılmalar meydana geldiği rapor edilmiştir.<sup>12,35</sup> Bu çalışmada, CH restorasyonların %4,4'ünde görülen anatomik form kaybı, yüzey örtücünün aşınmasından sonra materyalin içsel parametrelerinden ve sadece 1 proksimal kontak noktası kaybının ve 3 başarısızlığın çığneme kuvvetlerinden veya streslerinden kaynaklanmış olabilir.

Materyale farklı boyutlarda cam partiküllerin eklenmesinin ve yüzey örtücü uygulanmasının, bu materyalin fiziksel özelliklerinin yanı sıra estetik özellikleri iyileştirdiği işaret edilmektedir.<sup>33,36</sup> Bu çalışmada, renk uyumu CH restoratifin başlıca sorunu olarak görülmektedir. Başlangıçtan itibaren 6 restorasyonda, tüm değerlendirme zamanlarında renk uyumsuzluğu izlendi. Bu çalışma sonuçlarının aksine, Diem ve ark., başlangıçta Cİ restorasyonların %25'inin "iyi" olarak değerlendirildiğini, ancak 3 yılda aynı şekilde "iyi" olarak değerlendirilen restorasyonların %80'e yükseldiğini bildirdi.<sup>17</sup> Türkün ve Kanık, renkteki farklılığın zaman içinde translüensideki iyileşmeye bağlı olarak 6 yıl sonra daha az görüldüğünü bildirmişlerdir.<sup>32</sup>

Bu klinik çalışma, kenar uyumunu ve yüzey özelliklerini incelemek için önceki çalışmalara benzer olarak SEM analizlerini de içermektedir.<sup>20</sup> Her iki restorasyon da kabul edilebilir oklüzal ve kenar özellikleri gösterirken, 18 aylık SEM değerlendirmeleri klinik gözlemleri desteklemektedir.

Diğer yandan, self-etch adeziv (G-ænial Bond) ile kullanılan mikro-hibrid rezin kompozit (G-ænial Posterior) restorasyonlar klinik olarak başarılı performans gösterdi ve restorasyonların tamamı değerlendirme periyotlarının hepsinde tüm değerlendirme kriterlerinde mükemmel olarak skorlandırıldı.

Bununla birlikte, 2. sınıf preparasyonların restorasyonu için tek aşamalı self-etch adezivlerin selektif pürüzlendirme ile kullanılan rezin kompozitler hakkındaki klinik verilerin azlığı ke-

sindir ve henüz uzun dönemli bir bulgu bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın değerlendirme süresi yeterince uzun olmadığından, sonuçları doğrulamak için daha uzun dönemli sonuçların bildirilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, bu materyallerin klinik performanslarının uygulayan hekimin uygulama becerisi faktöründen de etkilenebileceği göz ardı edilmemelidir.

## SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları dâhilinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

1. Geniş 2. sınıf preparasyonların restorasyonunda mikro-hibrid rezin kompozit, 18 ay sonra klinik olarak başarılı performans gösterdi,

2. CH restoratif sistem, renk açısından uyumsuzluk, retansiyon, anatomik form ve proksimal kontak noktalarında anlamlı bir fark oluşturmayan başarısızlıklar göstermesine rağmen, geniş 2. sınıf lezyonları restore etmek için bir seçenek olarak düşünülebilir.

## Teşekkür

İstatistiksel analiz konusunda yardımlarını esirgemeyen Araştırma Görevlisi Dinçer Gökşülük'e teşekkürlerimizi sunarız.

## Finansal Kaynak

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

## Çıkar Çatışması

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

## Yazar Katkıları

**Fikir/Kavram:** Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük, Filiz Yalçın Çakır; **Tasarım:** Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük; **Denetleme/Danışmanlık:** Sevil Gürgan, Filiz Yalçın Çakır; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Canan Öztürk, Reza Soleimani, Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük, Filiz Yalçın Çakır; **Analiz ve/veya Yorum:** Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük; **Kaynak Taraması:** Canan Öztürk, Reza Soleimani, Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük, Filiz Yalçın Çakır; **Makalenin Yazımı:** Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük; **Eleştirel İnceleme:** Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük, Filiz Yalçın Çakır; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük; **Malzemeler:** Canan Öztürk, Reza Soleimani, Sevil Gürgan, Zeynep Bilge Kütük, Filiz Yalçın Çakır.

## KAYNAKLAR

- Rasines Alcaraz MG, Veitz-Keenan A, Sahrman P, Schmidlin PR, Davis D, Iheozor-Ejiofor Z. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent or adult posterior teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;31(3):CD005620. [Crossref] [PubMed]
- Kielbassa AM, Glockner G, Wolgin M, Glockner K. Systematic review on highly viscous glass-ionomer cement/resin coating restorations (Part I): Do they merge Minamata Convention and minimum intervention dentistry? *Quintessence Int*. 2016;47(10):813-23.
- Kielbassa AM, Glockner G, Wolgin M, Glockner K. Systematic review on highly viscous glass-ionomer cement/resin coating restorations (Part II): Do they merge Minamata Convention and minimum intervention dentistry? *Quintessence Int*. 2017;48(1):9-18.
- Reichl FX, Durner J, Hickel R, Kunzelmann KH, Jewett A, Wang MY, et al. Distribution and excretion of TEGDMA in guinea pigs and mice. *J Dent Res*. 2001;80(5):1412-5. [Crossref] [PubMed]
- Reichl FX, Durner J, Kunzelmann KH, Hickel R, Spahl W, Hume WR, et al. Biological clearance of TEGDMA in guinea pigs. *Arch Toxicol*. 2001;75(1):22-7. [Crossref] [PubMed]
- Antony K, Genser D, Hiebinger C, Windisch F. Longevity of dental amalgam in comparison to composite materials. *GMS Health Technol Assess*. 2008;13(4):Doc12.
- Mahmoud SH, El-Embaby AE, AbdAllah AM. Clinical performance of ormocer, nanofilled, and nanoceramic resin composites in Class I and Class II restorations: a three-year evaluation. *Oper Dent*. 2014;39(1):32-42. [Crossref] [PubMed]
- Versluis A, Tantbirojn D. Theoretical considerations of contraction stress. *Compend Contin Edu Dent Suppl*. 1999(25):S24-32.
- Berg JH, Croll TP. Glass ionomer restorative cement systems: an update. *Pediatr Dent*. 2015;37(2):116-24.
- Bonifácio CC, Werner A, Kleverlaan CJ. Coating glass-ionomer cements with a nanofilled resin. *Acta Odontol Scand*. 2012;70(6):471-7. [Crossref] [PubMed]
- Hickel R, Kaaden C, Paschos E, Buerkle V, García-Godoy F, Manhart J. Longevity of occlusally-stressed restorations in posterior primary teeth. *Am J Dent*. 2005;18(3):198-211.
- Scholtanus JD, Huysmans MC. Clinical failure of class-II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: a retrospective study. *J Dent*. 2007;35(2):156-62. [Crossref] [PubMed]
- Frankenberger R, Garcia-Godoy F, Krämer N. Clinical performance of viscous glass ionomer cement in posterior cavities over two years. *Int J Dent*. 2009;2009:781462. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Mickenausch S. High-viscosity glass-ionomer cements for direct posterior tooth restorations in permanent teeth: the evidence in brief. *J Dent*. 2016;55:121-3. [Crossref] [PubMed]
- Mickenausch S, Yengopal V. Failure rate of direct high-viscosity glass-ionomer versus hybrid resin composite restorations in posterior permanent teeth-a systematic review. *Open Dent J*. 2015;9:438-48. [Crossref] [PubMed] [PMC]

16. Friedl K, Hiller KA, Friedl KH. Clinical performance of a new glass ionomer based restoration system: a retrospective cohort study. *Dent Mater.* 2011;27(10):1031-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
17. Diem VT, Tyas MJ, Ngo HC, Phuong LH, Khanh ND. The effect of a nano-filled resin coating on the 3-year clinical performance of a conventional high-viscosity glass-ionomer cement. *Clin Oral Investig.* 2014;18(3):753-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
18. Klinke T, Daboul A, Turek A, Frankenberger R, Hickel R, Biffar R. Clinical performance during 48 months of two current glass ionomer restorative systems with coatings: a randomized clinical trial in the field. *Trials.* 2016;17(1):239. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
19. Gurgan S, Kutuk ZB, Ergin E, Oztas SS, Cakir FY. Four-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance of a glass ionomer restorative system. *Oper Dent.* 2015;40(2):134-43. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
20. Gurgan S, Kutuk ZB, Ergin E, Oztas SS, Cakir FY. Clinical performance of a glass ionomer restorative system: a 6-year evaluation. *Clin Oral Investig.* 2017;21(7):2335-43. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
21. Schwendicke F, Kniess JLM, Paris S, Blunck U. Margin integrity and secondary caries of lined or non-lined composite and glass hybrid restorations after selective excavation in vitro. *Oper Dent.* 2017;42(2):155-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
22. Palaniappan S, Bharadwaj D, Mattar DL, Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Three-year randomized clinical trial to evaluate the clinical performance and wear of a nanocomposite versus a hybrid composite. *Dent Mater.* 2009;25(11):1302-14. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
23. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater.* 2013;29(2):139-56. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
24. Jang JH, Park SH, Hwang IN. Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk-fill resin composites and highly filled flowable resin. *Oper Dent.* 2015;40(2):172-80. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
25. Baig MS, Fleming GJ. Conventional glass-ionomer materials: a review of the developments in glass powder, polyacid liquid and the strategies of reinforcement. *J Dent.* 2015;43(8):897-912. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
26. Mickenautsch S, Yengopal V. Do laboratory results concerning high-viscosity glass-ionomers versus amalgam for tooth restorations indicate similar effect direction and magnitude than that of controlled clinical trials? - A meta-epidemiological study. *PLoS One.* 2015;10(7):e0132246. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
27. Esteves Barata TJ, Bresciani E, Cestari Fagundes T, Gigo Cefaly DF, Pereira Lauris JR, Lima Navarro MF. Fracture resistance of Class II glass-ionomer cement restorations. *Am J Dent.* 2008;21(3):163-7.
28. McCracken MS, Gordan VV, Litaker MS, Funkhouser E, Fellows JL, Shamp DG, et al. A 24-month evaluation of amalgam and resin-based composite restorations Findings from The National Dental Practice-Based Research Network. *J Am Dent Assoc.* 2013;144(6):583-93. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
29. Bernardo M, Luis H, Martin MD, Leroux BG, Rue T, Leitão J, et al. Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(6): 775-83. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
30. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Loomans BA, Huysmans MC. 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res.* 2010;89(10):1063-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
31. Mickenautsch S, Yengopal V. Caries-preventive effect of high-viscosity glass ionomer and resin-based fissure sealants on permanent teeth: a systematic review of clinical trials. *PLoS One.* 2016;11(1):e0146512. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
32. Türkün LS, Kanik Ö. A prospective six-year clinical study evaluating reinforced glass ionomer cements with resin coating on posterior teeth: quo vadis? *Oper Dent.* 2016;41(6): 587-98. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
33. Ong J, Yap AU, Hong JY, Eweis AH, Yahya NA. Viscoelastic properties of contemporary bulk-fill restoratives: a dynamic-mechanical analysis. *Oper Dent.* 2018;43(3):307-14. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
34. Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjör I, Bayne S, Peters M, et al. FDI World Dental Federation-clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations. Update and clinical examples. *J Adhes Dent.* 2010;12(4):259-72. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Grogono AL, McInnes PM, Zinck JH, Weinberg R. Posterior composite and glass ionomer/composite laminate restorations: 2-year clinical results. *Am J Dent.* 1990;3(4): 147-52.
36. Lohbauer U, Krämer N, Siedschlag G, Schubert EW, Lauerer B, Müller FA, et al. Strength and wear resistance of a dental glass-ionomer cement with a novel nanofilled resin coating. *Am J Dent.* 2011;24(2):124-8.