

ORJİNAL ARAŞTIRMA ORIGINAL RESEARCH

DOI: 10.5336/dentalsci.2024-105943

Yeni Nesil Fissür Örtücülerin Radyoopasitelerinin Değerlendirilmesi: *in vitro* Çalışma

Evaluation of the Radiopacities of New Generation Fissure Sealants: An *in vitro* Study

¹Bilal ÖZMEN^a, ²Şeyma ÇOLAK^a, ³Emine Zehra AYDIN^a

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği AD, Samsun, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı, dijital radyografi yöntemindeki miliamper-saniye (mAs) değerlerindeki değişikliklerin yeni nesil fissür örtücü materyallerinin radyoopasite değerlerine etkisinin belirlenmesidir. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışmada; 4 farklı opak, bir yeni nesil mavi, bir açık yeşil ve bir polimerizasyon öncesi pembe sertleştikten sonra opak olmak üzere toplam 7 farklı rezin içerikli fissür örtücü örneği ile birlikte ortodontik sebeplerle çekilmiş bir üst birinci premolar insan dişine ait mine ve dentin içeren diş kesiti kullanıldı. Çalışmada kullanılmak üzere 8 mm çapında ve 1 mm kalınlığında silindirik şekilde birer örnek hazırlandı. 8 basamaklı alüminyum kademeli kama ve silindirik şeklindeki örneklerden, obje-fokal spot mesafesi ve (kilo-Volt potansiyeli) kVp değeri sabit tutulup mAs değerleri değiştirilerek (0,35; 0,88; 1,40; 2,80 mAs) her değer için 10 dijital radyografi alındı. Örneklerin radyoopasite değerleri ve bu değerlerin eşdeğer alüminyum kalınlık cinsinden değerleri elde edildi. İstatistiksel analiz için tek yönlü varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. **Bulgular:** mAs değeri sabit tutulduğunda gruplar arası radyoopasite değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0,001$). mAs değerleri değiştirildiğinde grup içi karşılaştırmalarda istatistiksel fark bulunamamıştır ($p>0,05$). **Sonuç:** Çalışmamızda kullanılan fissür örtücü materyallerinin radyoopasite değerleri üretici firmalara ve rezin içeriğindeki doldurucu türüne göre farklılık göstermektedir. Buna karşın mAs değerlerindeki farklılık radyoopasite değerlerini etkilememektedir. Bu nedenle mAs değeri artırılarak hastalara fazladan radyasyon verilmesi gereksiz olacaktır. Test edilen 7 fissür örtücü grubundan 3'ü radyoopasite beklentilerini karşılarken, kalan 4 grup karşılayamamıştır. En yüksek değer 4. grupta (Fissured Nova Plus+) gözlemlenirken, en düşük değerler 3. grupta (ClinproTM Sealant) ölçülmüştür.

ABSTRACT Objective: The aim of this study is to determine the effect of changes in mAs values in the digital radiography method on the radiopacity values of new generation fissure sealant materials. **Material and Methods:** In this study, a total of 7 different resin-based fissure sealant samples, including 4 different opaque, one new generation blue, one light green and one pink before polymerization and opaque after hardening, were used, along with a tooth section containing enamel and dentin from a human 1st premolar tooth extracted for orthodontic reasons. A cylinder-shaped sample with a diameter of 8 mm and a thickness of 1 mm was prepared for use in the study. 10 digital radiographs were taken for each value from the 8-step aluminum penetrometer and cylinder-shaped samples by keeping the object-focal spot and kVp constant and changing only the mAs values (0.35, 0.88, 1.40, 2.80 mAs). Radiopacity values of the samples and their equivalent aluminum thickness values were obtained. One-way analysis of variance and Tukey's multiple comparison test were used for statistical analysis. **Results:** There is a statistical significant difference between groups while keeping the mAs values constant ($p<0.001$). The statistical analysis showed no significance in comparison of intra-groups while changing the mAs values ($p>0.05$). **Conclusions:** The radiopacity values of the fissure sealant materials used in our study vary depending on the manufacturer and the type of filler in the resin content. However, the difference in mAs values does not affect the radiopacity values. Therefore, it would be unnecessary to give patients extra radiation by increasing the mAs value. While 3 of the 7 fissure sealant groups tested met the expected radiopacity, the remaining 4 groups failed to meet the expected radiopacity. The highest value was observed in the 4th group (Fissured Nova Plus+) and the lowest values were measured in the 3rd group (ClinproTM Sealant).

Anahtar Kelimeler: Alüminyum; dijital radyografi; fissür örtücü; radyoopasite

Keywords: Aluminum; digital radiography; fissure sealant; radiopacity

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Özmen B, Çolak Ş, Aydın EZ. Yeni nesil fissür örtücülerin radyoopasitelerinin değerlendirilmesi: *in vitro* çalışma. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2025;31(2):204-11.

Correspondence: Şeyma ÇOLAK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği AD, Samsun, Türkiye

E-mail: seyma.colak7@gmail.com

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

Received: 02 Oct 2024

Received in revised form: 02 Jan 2025

Accepted: 03 Feb 2025

Available online: 21 Apr 2025

2146-8966 / Copyright © 2025 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/>).



Diş çürükleri, Dünya Sağlık Örgütü'nce çocukları etkileyen en önemli kronik hastalıklardan biri olarak tanımlanmış bir halk sağlığı sorunudur. Çürük gelişimini önlemek amacıyla yapılan koruyucu uygulamalar, özellikle çocuk diş hekimliğinde oldukça yaygın kullanım alanına sahip pratik ve az maliyetli uygulamalardır.¹ Bu koruyucu uygulamaların başında florür uygulamaları ve fissür örtücüler gelmektedir. Florür uygulamalarının dişlerin düz yüzeylerinde daha etkili olduğu, pit ve fissür çürüklerinin önlenmesinde yeterli etkiyi sağlayamadığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Bu nedenle pit ve fissürlerin örtülmesi için geliştirilen fissür örtücüler diğer bir koruyucu işlem olarak uygulanmaktadır. Pit ve fissür örtücüler, dişlerin özellikle okluzal yüzeylerine fiziksel bir bariyer sağlayarak yeni çürük gelişimini önlemek ve kavitasyonsuz çürük lezyonlarının ilerlemesini durdurmak amacıyla özellikle genç daimi dişlere uygulanan materyallerdir.^{2,3}

Radyoopasite; bir materyalin, dişin, çürüğün veya protetik bir uygulamanın radyografi üzerindeki opaklık değerini belirtir. Radyopaklık değeri, diş hekimliğinde kullanılan materyaller için önemli bir özelliktir. Tıpkı restoratif malzemelerde olduğu gibi iyi bir fissür örtücüde de özellikle sekonder çürüklerin değerlendirilebilmesi için uygun radyoopasite değerleri bulunmalıdır. Uygulanan fissür örtücüler diş dokularından daha az radyoopasite değerine sahip olursa radyografide daha radyolüsent görüntü vererek, tanıda hataya sebep olabilir.^{4,5}

Dental materyallerin radyoopasitesi mine ve dentinle karşılaştırılarak değerlendirilebileceği gibi, radyoopasitesinin dentine benzerliği sebebiyle alüminyum (Al) kalınlığı ile de değerlendirilebilmektedir. American National Standard (Amerikan Ulusal Standardı)/American Dental Association (Amerikan Dişhekimleri Birliği) standartlarına göre bir materyalin radyoopasitesi, aynı kalınlıktaki alüminyuma eşit veya ondan büyük olmalıdır. Bu amaçla farklı kalınlıklarda üretilen alüminyum kademeli kama kullanılarak, materyallerin radyoopasitesi eşdeğer alüminyum kalınlığı cinsinden ifade edilir.⁶ Burada esas alınan, dentinin radyoopasitesinin, aynı kalınlıktaki Al'ninkine yakın ve minenin radyoopasitesinin aynı kalınlıktaki Al'nin radyoopasitesinin yaklaşık 2 katı olmasıdır.⁷ Dental materyallerin rad-

yoopasitesi, radyografik görüntüleme ile değerlendirilir. Özellikle dijital görüntüleme sistemleri hızlı ve kolay sonuç alınması sebebiyle konvansiyonel görüntüleme sistemlerine göre daha sıklıkla tercih edilir.⁴

Bir materyalin radyoopasitesini etkileyen en önemli faktör materyalin içeriğidir. Radyoopasite, materyaldeki stronsiyum, zirkonyum, baryum, iterbiyum gibi doldurucular sayesinde elde edilmektedir. Bir materyalin radyoopasitesi içerdiği doldurucu türüne bağlı olarak değişmektedir. Bunun yanında radyografik görüntüleme şartları ve materyalin kalınlığı da radyoopasite değerlerini etkileyebilmektedir.⁸

Fissür örtücü üretimi yapan bazı firmalar, fissür örtücülere çeşitli renk pigmentleri katarak, renkli fissür örtücü üretimi gerçekleştirmektedir. Fissür örtücü uygulanan alanın daha net gözlenebilmesi amacıyla bazı firmalar da polimerizasyon öncesi farklı renkte ancak polimerizasyon sonrası opak hale dönüşen fissür örtücü materyalleri üretmektedir. Literatürde fissür örtücülerin radyoopasite değerlerinin değerlendirilmesinin yetersiz olduğu gözlenerek bu çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sıfır hipotezi, tüm fissür örtücülerin benzer şekilde rezin bazlı olduklarından, radyoopasite değerlerinin eşit çıkacağı yönündedir. Yapılan bu çalışmada, yeni nesil 7 farklı fissür örtücünün radyoopasite değerlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada 4 farklı opak, bir yeni nesil mavi, bir açık yeşil ve bir polimerizasyon öncesi pembe sertleştikten sonra opak olmak üzere toplam 7 farklı fissür örtücü ile birlikte ortodontik nedenlerle çekilmiş bir insan premolar dişinin mine ve dentin içeren bir kesiti kullanılarak radyoopasiteler test edildi. Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik onay alınarak yapılmıştır (tarih: 17 Eylül, 2024, no: 2024/409). Ayrıca Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygundur. Çalışmanın yürütülmesinde Checklist for Reporting In-Vitro Studies (CRIS) kılavuzu dikkate alınmıştır.⁹ Çalışmada kullanılmak üzere pedodonti kliniklerinde yaygın kullanılan fissür örtücüler seçildi. Bu çalışmada değerlendirilen 7 fissür örtücü [Tablo 1](#)'de listelenmiş olup kullanılan bu fissür örtücülerin içerikleri [Tablo 2](#)'de belirtilmiştir.

TABLO 1: Çalışmada kullanılan materyaller

Materyal	Üretici firma	Lot no	Materyal rengi
Fissürit FX	Voco (Cuxhaven, Almanya)	1634304	Opak
i-Seal LC	i-dental (Šiauliai, Litvanya)	063236	Opak
Clinpro™ Sealant	3M (Minnesota, ABD)	NC78585	Polimerizasyon öncesi pembe, sertleştikten sonra opak
Fissured Nova Plus+	IMICRYL (Konya, Türkiye)	21C574	Opak
Dx.Seal	Dentex (Jilin, Çin)	BJBBJE	Mavi
R&D Series Fissured Nova	IMICRYL	A340	Opak
Defense-Chroma	Angelus (Lindoi, Brezilya)	64621	Polimerizasyon öncesi opak, sertleştikten sonra açık yeşil

TABLO 2: Çalışmada kullanılan materyallerin içerikleri

Materyal	Grup	İçerik
Fissürit FX	Grup 1	UDMA, TEGDMA, Bis-GMA, Sodium Fluoride
i-Seal LC	Grup 2	Öğütülmüş cam, metakrilat karışımı, silisyum dioksit, ko-başlatıcı, fotobaslatıcı, inhibitör, stabilizatör, opaklaştırıcı
Clinpro™ Sealant	Grup 3	BISGMA, TEGDMA Tetraetilamonyum, Butillenmiş hidroksitoluen, Dikrodimetilsilan silika ile reaksiyon ürünü, Tetrafloroborat, Difeniliyodonyum Heksaflorofosfat, Titanyum Dioksit, Trifenilantimon, Etil 4-Dimetil Aminobenzoat, D-L Kamforinon, Gül Bengal Sodyumu
Fissured Nova Plus+	Grup 4	Bis-GMA, Diüretan Dimetakrilat, Butillenmiş hidroksitoluen, Benzotriazolderivat, NaF, stabilizatör, katalist
DX.Seal	Grup 5	Bis-GMA, fotobaslatıcı, stabilizatör, Baryum camı, Nano silika
R&D Series Fissured Nova	Grup 6	UDMA, Bis-GMA, TEGDMA
Defense-Chroma	Grup 7	Modifiye Üretan, TEGDMA, Alüminyum ve Baryum borosilikat, Esther Tetrakrilik, N. Metil Dietanolamin

UDMA: Üretan dimetakrilat (Urethane dimethacrylate); TEGDMA: Trietilenglikol dimetakrilat (Triethyleneglycol dimethacrylate);

Bis-GMA: Bisfenol A glisidil metakrilat (Bisphenol A glycidyl methacrylate)

ÖNEKLERİN HAZIRLANMASI

Fissür örtücü örneklerin oluşturulması için polivinil klorürden hazırlanmış ve içerisinde silindir şeklinde yuva bulunan yapışmaz özellikli bir kalıp kullanılarak 8 mm çapında ve 1 mm kalınlığında örnekler hazırlandı.⁸ Örnekler hazırlanırken materyaller silindir şeklindeki yuvalara doldurulup düz bir yüzey elde etmek için 2 taraftan siman camı ve şeffaf bantla sabitlendi. Üretici firmaların talimatlarına uygun olarak polimerizasyonlar tamamlandı. Işıklı polimerize olan materyallerin sertleştirilmesinde ışınlı dolgu cihazı (Woodpecker i-Led, Woodpecker Medical Instrument CO., LTD, Guilin, Çin) 20 sn kullanıldı. Her bir örneğin kalınlığı dijital kumpasla $1\pm 0,1$ mm olarak ölçüldü. Örneklem kalınlığının belirlenmesinde Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu'nun [International Standardization Organization (ISO)] 4049 sayılı standardı referans alınmıştır. Bu standart uyarınca, radyoopasite değerlendirilmesinde kullanılmak üzere 1 mm kalınlığında silindirik örnekler hazırlanmıştır.¹⁰

Çalışmada kontrol grubu olarak mine ve dentin örneklerinin elde edilmesinde ortodontik nedenlerle çekilmiş üst daimi birinci premolar diş kullanıldı. Bu dişin kuronundan düşük hızda elmas separe ile oluşturulmuş 2 mm kalınlığında sagittal eksen kesiti alındı.

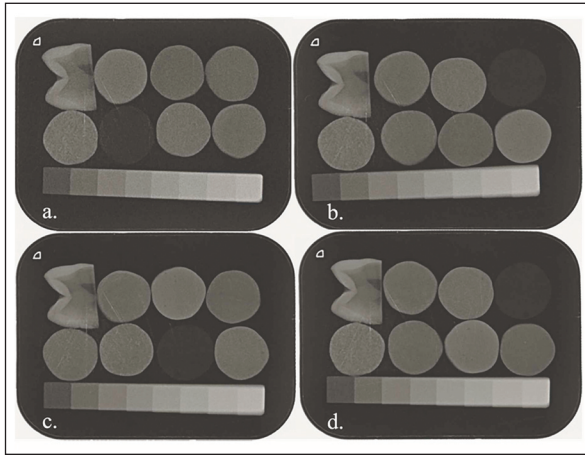
Hazırlanan örnekler, radyograflar alınana kadar %100 nemli ortamda (distile su) 24 saat bekletildi.

RADYOOPASİTE ÖLÇÜMLERİ

Çalışmada örneklerin dansitelerinin alüminyumla olan ilişkisini değerlendirmek için 8 basamaklı alüminyum kademeli kama kullanıldı. Röntgen cihazı (Vario DG, Dentsply-Sirona, Erlangen, Almanya) fokal spot mesafesi 30 cm ve kon açısı dik olacak şekilde ayarlandı. Örnekler, diş kesiti ve alüminyum kademeli kama fosfor plak üzerine yerleştirildi. 70 kVp değeri sabit olup mAs değerleri değiştirilerek (0,35; 0,88; 1,40; 2,80 mAs) her bir değer için 10 dijital radyografi alındı.

Her bir mAs değeri için örneklerin yerleri fosfor plak üzerinde değiştirilerek işlemler tekrarlandı. Ör-

neklerin yerlerinin değiştirilmesi, (BÖ) radyografilerin alınması (ŞÇ), örneklerin radyoopasite değerlerinin belirlenmesi (EZA) tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm örneklerin tek bir fosfor plakta görüntülenmesi amacıyla periapikal radyografiden (No:2, Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Almanya) yararlanıldı. Görüntü reseptörü olan fosfor plaklar özel tarayıcı (Vista Scan, Dürr Dental) ile tarandıktan sonra görüntüler bilgisayar monitöründe izlendi ve kaydedildi (Resim 1). Elde edilen dijital görüntüler Photoshop (Adobe, ABD, 2020) yazılımına aktararak örneklerin radyoopasite değerleri ölçüldü. Her bir örneğin rastgele 3 noktasından ölçüm yapıldı.



RESİM 1: a: 0,35 mAs değeri ile alınan radyografi; b: 0,88 mAs değeri ile alınan radyografi; c: 1,40 mAs değeri ile alınan radyografi; d: 2,80 mAs değeri ile alınan radyografi

Örneklerin eşdeğer Al kalınlığını değerlerini bulmak için Curve Expert Pro (2.0.3 Hyams Development, Huntsville, Alabama, ABD) yazılımı kullanıldı.⁸

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen verilere uygulanacak olan testlerin seçimi öncesinde, hata terimlerinin normal dağılım gösterip göstermediğini kontrol etmek amacı ile Shapiro-Wilk normallik testi uygulandı ve normal dağılım gösterdiği belirlendi ($p>0,05$). Bu nedenle, uygulama grupları arası farklılıklar, tek yönlü varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlendi. Araştırma bulguları ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiş olup; $p<0,05$ önem seviyesi anlamlı kabul edildi. Tüm istatistiksel hesaplamalar, SPSS 22.0 (IBM SPSS, Armonk, New York, ABD) paket programında yapıldı.

BULGULAR

Grupların eşdeğer alüminyum kalınlığı cinsinden radyoopasite değerleri Tablo 3'te verilmiştir. tek yönlü varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testleri kullanılarak ortalama ve standart sapmalar üzerinden yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, gruplar arası (Grup 1-7) opaklık ölçüm değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,001$). Genel olarak opaklık ölçüm değerleri en yüksek 4. grupta (Fissured Nova Plus+) gözlemlenirken, en düşük değerler 3. grupta (Clinpro™ Sealant) ölçülmüştür.

TABLO 3: Gruplardan elde edilen eşdeğer alüminyum kalınlığı cinsinden radyoopasite değerleri

Gruplar	Değerler								p değeri
	0,35		0,88		1,4		2,8		
	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	
Grup 1	1,140 ^b	0,004	1,147 ^{ab}	0,009	1,155 ^a	0,015	1,140 ^a	0,023	>0,05
Grup 2	0,784 ^d	0,014	0,803 ^d	0,010	0,807 ^c	0,006	0,803 ^c	0,003	>0,05
Grup 3	0,329 ^e	0,009	0,314 ^e	0,009	0,312 ^d	0,006	0,316 ^d	0,005	>0,05
Grup 4	1,182 ^a	0,028	1,184 ^a	0,029	1,194 ^a	0,019	1,160 ^{ba}	0,015	>0,05
Grup 5	0,831 ^c	0,006	0,843 ^{cd}	0,006	0,841 ^b	0,029	0,841 ^b	0,017	>0,05
Grup 6	1,137 ^b	0,017	1,124 ^b	0,021	1,121 ^a	0,015	1,123 ^a	0,008	>0,05
Grup 7	0,853 ^c	0,003	0,862 ^c	0,008	0,868 ^b	0,013	0,849 ^b	0,011	>0,05
MİNE°	2,11	0,08	2,02	0,11	2,07	0,03	2,18	0,04	
DENTİN°	1,15	0,04	1,13	0,09	1,07	0,03	1,06	0,03	
p değeri	<0,001*		<0,001*		<0,001*		<0,001*		

*a,b harfleri aynı sütun içerisindeki değerler arası istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0,001$); ^oMine ve dentin örnekleri istatistiksel analize dâhil edilmemiştir. SS: Standart sapma

Grup içi karşılaştırmalarda, farklı mAs değerleri arasında (0,35-2,80) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$).

TARTIŞMA

Fissür örtücüler, diş fırçasının ulaşımının zor olduğu, karyojenik gıda artıklarının biriktiği, derin pit ve fissürlerin düz bir yüzey hâline getirilmesi amacıyla koruyucu diş hekimliğinde kullanılan materyallerdir. En önemli potansiyel faydaları çürüklerin önlenmesidir.¹¹ Fissür örtücü uygulaması, 1960'lı yılların başında diş hekimliği pratiğinde denenmiştir, alınan başarılı sonuçlar neticesinde günümüzde rutin olarak uygulanma alanı bulmuştur. İçerik olarak bakıldığında, rezin bazlı fissür örtücüler okluzal çürükleri önleyici olarak etkinliğini kanıtlamıştır ancak cam iyonomer siman bazlı fissür örtücülerin başarısı beklenenin altında kalmıştır. Son zamanlarda içeriği geliştirilen (florid-kalsiyum içerikli) fissür örtücüler ve çocuk hastaları motive edebilecek farklı renk seçenekleri bulunan fissür örtücüler piyasaya sürülmüştür.¹² Yeni fissür örtücü üretim çalışmaları da devam etmektedir. Bu amaçla; biyouyumluluk, uygun akışkanlık ve sertlik, nemden etkilenmeme, yeterli adezyon, mikro sızıntıya direnç gibi olumlu özellikler gösteren ideal bir fissür örtücü için çalışmalar yürütülmektedir.¹³ Farklı içerik ve polimerizasyon yöntemli fissür örtücülerin diş üzerinde kalıcılığını kıyaslayan bir metaanaliz çalışmasında; otopolimerize, fotopolimerize, florid salınımı yapan ve cam iyonomer bazlı fissür örtücülerin 2 yıllık takibinde geleneksel rezin bazlı fissür örtücülerin, altın standart statüsünde olduğunu belirtilmiştir.¹⁴ Bu çalışmada kullanılan 7 fissür örtücü materyali de rezin bazlı fissür örtücülerden seçilmiştir.

Fissür örtücünün takibi veya işlem sonrası klinik değerlendirmelerde intraoral muayenenin tek başına kullanıldığı durumlarda, ara yüzlerdeki boşluklar ve çürükler gözden kaçabilmektedir. Bu nedenle teşhis, mutlaka radyografik muayeneyle desteklenmelidir. Hem arayüz çürüklerinin tespitinde hem de sekonder çürüklerin teşhisinde radyografiler oldukça önemli ve klinisyenin görsel olarak yaptığı muayeneye kıyasla daha net bilgiler sunabilir.¹⁵ Avrupa Pediatrik Diş Hekimliği Birliği güncel yönergelerine göre, fissür örtücü uygulaması sonrası sızdırmazlığın

ve sekonder çürük gelişiminin takibi düzenli seanslarla yapılmalı, bu amaçla bite-wing radyograflar alınmalıdır.¹⁶ Bu durumda, teşhisin kolaylıkla koyulabilmesi için diş sert dokularından daha farklı radyoopasite sergileyen fissür örtücülerden yararlanmak hekimler için faydalı ve hızlı bir çözüm yolu olacaktır.

Restorasyonun radyografik niteliğine dair çıkarım yapabilmek için kabul edilebilir radyoopasite değeri, minenin radyoopasitesinden daha fazla olmalıdır ancak istenenden yüksek değerler restorasyona eşlik eden sekonder çürüklerin yanlış veya eksik teşhisine neden olabilir.¹⁷ Literatürde restoratif materyaller, kök kanal tedavisi materyalleri ve post uygulamalarıyla ilişkili radyoopasite çalışmaları bulunmaktadır ancak fissür örtücülerle ilgili radyoopasite konusu henüz yeterince çalışılmamış olup, mevcut bilgiler oldukça sınırlıdır.^{2,18,19} Bu çalışmada, fissür örtücülerin radyografik olarak değerlendirilmesine odaklanılmıştır.

Dental materyallerin radyoopasitesinin değerlendirilmesinde ISO tarafından Al kademeli kama kullanımı tavsiye edilmiştir. Bunun nedeni, belirli bir kalınlıktaki alüminyumun radyoopasitesinin, dentinin radyoopasitesine eşit kabul edilmiş olmasıdır. Bu bağlamda rezin bazlı bir materyalden beklenen, eşdeğer kalınlıkta alüminyuma eşit veya daha fazla radyopak olmasıdır.^{7,10} ISO 4049'a göre, radyoopasite standardizasyon testi uyarınca, 1 mm silindirik örnekler hazırlanıp, numunelerden diğer parametreler (kVp ve fokal spot-obje mesafesi) sabit tutularak 4 farklı mAs değeriyle dijital radyografiler alınmıştır.^{10,20,21} Örnekler, yüksek oranda saflaştırılmış -kabul edilebilir en düşük değer %99,6'dır- alüminyum kademeli kama ile standart bir X ışınına birlikte maruz bırakılmaktadır. Alüminyumda saflığın aranma sebebi, alaşımda %4 bakır bulunmasıyla radyoopasite ölçümlerindeki değer kaybının %99,5'lik alaşıma oranla %50 olmasıdır.^{7,21} Bu çalışmaya dâhil edilen alüminyum kademeli kama saflığı %99,8'dir.

Çalışmaya dâhil edilen tüm gruplar, kompozit rezinler gibi organik ve inorganik rezin matriks içeriğine sahiptir. Yapılan çalışmalar sonucu, rezin içeriğindeki radyoopasite verici elementlerin (çinko, baryum, stronsiyum, itriyum vb.) oranı arttıkça ma-

teryalin dansitesinin arttığı bilinmektedir.¹⁴ Çalışma sonuçlarımıza göre, radyoopasite değerinin en fazla 4. grupta ve en az 3. grupta olduğu görülmüştür. Çalışmamızda kullanılan fissür örtücü materyallerine ait radyoopasite değerlerindeki farklılıklar, materyaller arası içerik farklılıklarıyla ilişkilendirilebilir. Gün-doğdu ve ark.nın farklı içeriklere sahip kompozit rezinlerle yapmış olduğu bir radyoopasite çalışmasında, çalışmaya dâhil edilen çoğu kompozit rezinin eşdeğer alüminyum kalınlığı cinsinden radyoopasite değerlerinin mineninkinden fazla olduğu bildirilmiştir. Bildirdikleri eşdeğer alüminyum kalınlığı değerleri 1,32 ve 3,41 aralığındadır. Bahsi geçen çalışmanın sonucunda, içeriğe eklenen doldurucu oranının radyoopasite ile ilişkisinin zayıf olduğu belirtilmiştir. Bu durum ise, materyallerin radyoopasitesinin yalnızca eklenen doldurucu ağırlığı ve hacim yüzdesinden değil aynı zamanda farklı farklı doldurucuların kullanılmasından etkilenmesiyle açıklanmıştır.²¹ Bizim çalışmamızda ise minimum ve maksimum eşdeğer alüminyum kalınlığı değerleri sırasıyla 0,312 ve 1,194 olarak kaydedilmiştir. Her ne kadar çalışmamızda kullanılan fissür örtücülerin içerik bilgileri belli olsa da, firmaların bu içerikleri kullanım oranı/miktarı ile ilgili net bir bilgiye ulaşamamıştır.

Örneklerin farklı kalınlıklarının eşdeğer alüminyum kalınlığı cinsinden radyoopasite değişimini ölçen bir çalışmanın sonucunda, materyalin kalınlığı ve radyoopasitesi arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur.²² İlgili çalışmada, örneklerin kalınlıkları 1, 2 ve 3 mm şeklinde hazırlanmış ve örnek kalınlığının artmasına bağlı olarak radyoopasite değerlerinin arttığı bildirilmiştir. Benzer olarak, içerik ve kalınlık değiştirilerek (1, 2 ve 4 mm olarak) yapılan bir başka çalışmada, radyoopasitenin, materyalin kalınlığından ve farklı içeriklerden etkilendiği ortaya koyulmuştur.¹⁵ Babaier ve ark. tarafından yapılmış ve bilgisayar destekli tasarım-bilgisayar destekli imalat sistemlerinin 1 ve 2 mm kalınlıkta örneklerinin radyoopasitesini ele alan bir başka çalışma da, kalınlığın radyoopasiteyle ilişkisini desteklemektedir.²³ Tüm bunların aksine, Kuter ve ark. tarafından yapılan bir çalışmanın sonucunda aynı kompozitin 2 ve 4 mm kalınlığındaki örnekleri arasında radyoopasite değerleri açısından anlamlı bir fark elde edilememiştir.²⁴ Önceki çalışmalarda olduğu gibi bizim ça-

lışmamızda da numune kalınlığı 1 mm’de sabit tutularak hazırlanan materyallerin radyoopasite değerleri değerlendirilmiş, materyallerin farklı kalınlıkları incelenmemiştir.^{16,21}

Dental materyallerin eşdeğer alüminyum cinsinden radyoopasite değerlerine dair yaptığımız geniş çaplı literatür taramasında, en yüksek değer zirkonyum restorasyonlarda bulunan İtiryum Parsiyel Stabilize Zirkonya Seramik’te (Y-TZP) 26,8 iken en düşük değer 0,27 ile Ionomaster (Wilcos, Brezilya) markasının cam iyonomer siman bazlı kaide materyalinde olduğu görülmüştür.^{22,25} Yalayıcı ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, radyoopasite değerlerinin oldukça yüksek olduğu bilinen dental amalgamın eşdeğer alüminyum kalınlığı cinsinden değerinin 1 mm kalınlığındaki örneklerde 13,14 olduğu bildirilmiştir.¹⁵

Çalışmamızın konusunu oluşturan fissür örtücü materyallerin radyoopasite değerleri ile ilgili yaptığımız literatür taramasında, yakın zamanlı bir çalışmada rezin ve cam iyonomer içerikli fissür örtücülere ek olarak, kompomer, kompozit ve cam iyonomer restoratif materyallerin süt ve daimi diş mine dentin örnekleriyle karşılaştırılması yapılmış, çalışmada bulunan Heliolsea F Plus (Ivoclar, İsviçre) isimli rezin esaslı 1 fissür örtücü, hem süt dişi hem de daimi diş dentin örneklerinden daha düşük bir eşdeğer Al cinsinden radyoopasite değeri göstererek (1,1) yeterli radyoopasite beklentisini karşılayamamıştır. Çalışmanın sonuçları, kompozit rezinin çalışmadaki diğer materyallere oranla daha yüksek radyoopasite değerleri gösterdiğini ortaya koymuştur.²⁶

Dental materyallerin radyoopasitesini etkileyen görüntüleme sistemleri ve materyal karakteristiğiyle ilişkili bazı değişkenler vardır. Bunlardan kVp, konun açısı ve yönü, fokal spot-obje mesafesi ve ekspoz özellikleri radyografik görüntüleme ile ilgili değişkenlerdir.²⁷ Çalışmamızda, dijital radyografi ile ilgili tüm bu faktörlerden kVp, fokal spot-obje mesafesi ve açısı sabit olduğu halde yalnızca mAs değerleri değiştirilerek elde edilen radyoopasite değerlerinde istatistiksel fark bulunamamıştır. Bu durum ise mAs değeri arttıkça her grupta doğrusal artan alüminyum penetrasyonunun radyoopasite değerlerinin, gruplar arası oranının sabit kalmasıyla açıklanabilir. Böylece,

fissür örtücü materyallerinin radyoopasitesinin değerlendirilmesi amacıyla farklı hekimler tarafından alınan radyograflarda, diğer değişkenler sabit tutularak mAs değerleri değiştirilmiş olsa da, eşdeğer alüminyum kalınlığı cinsinden materyallerin opasite değerleri benzer bulunacaktır.

Gruplar arası kıyaslamalarda, en yüksek radyoopasite değerleri Fissured Nova Plus+ grubunda izlenirken, en düşük değerler Clinpro™ (3M, ABD) grubuna aittir. En yüksek değer, 4. grupta 1,40 mAs'de 1,194, en düşük değer 3. grupta ve 1,40 mAs'de 0,312 olarak kaydedilmiştir. Grup içi ortalama ve standart sapma değerleri doğrusal olmayıp değişkendir. Fakat istatistiksel anlamlılık yoktur.

Restoratif materyallerde aranan minimum radyoopasite değeri, minenin radyoopasite değerinin yaklaşık olarak yarısı, dentininkine ise benzer olmalıdır.⁷ Grup 1,4 ve 6 bu beklentiye karşılarken, kalan gruplar yeterli radyoopasite beklentisini karşılayamamıştır.

Bu çalışmada fokal spot nesne arası mesafe sabit tutulmuştur. Bu mesafenin değiştiği çalışmalar da yapılmalıdır. Numune sayısı sabit tutularak (1) farklı mAs değerleri için 10 tekrarlı radyografiler alınmıştır. Hem radyografi sayısının hem de numune sayısının artırılarak farklı çalışmalar yapılması mümkündür. Ayrıca, ağız ortamındaki nem, sıcaklık gibi materyalde aşınma, yapıda bozulmaya neden olabilecek diğer faktörlere maruziyetin buna bağlı olarak fissür örtücünün ağız içerisinde geçirdiği zamanın radyoopasite değişimine etkisinin değerlendirilememiş olmasıdır. Literatürde sınırlı kaynakların ve referansın bulunması, materyal metodun belirlenmesinde kısıtlayıcı olmuştur. Ortam koşullarının taklidini içeren daha fazla *in vitro* ve klinik araştırma gereklidir.

Bu çalışmanın sonuçları, radyoopasite değerleri çokça araştırılan diğer dental materyallere kıyasla ve literatürde eksik olan geri planda kalmış olan fissür örtücülerin radyoopasitesinin, tedavi başarısının de-

ğerlendirilmesinde ve klinik takiplerinin yapılmasında önemini vurgulamaktadır.

SONUÇ

Klinik uygulamalarda yapılan fissür örtücülerin radyografik niteliğini değerlendirebilmek için materyalin yeterli radyoopasite değerine sahip olması önemli bir ihtiyaçtır. Her fissür örtücünün belirli bir radyoopasite değeri vardır. Buna karşılık piyasada yetersiz radyoopasiteye sahip bazı fissür örtücü materyalleri de mevcuttur. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, fissür örtücü uygulamalarının radyografik olarak da değerlendirilebileceğini göstermesi bakımından önemlidir. Standartlara uygun radyoopasite değerleri elde edebilmek için üreticiler düzenli olarak ürünlerinin formülasyonlarını gözden geçirmeli ve yeni fissür örtücü üretiminde radyopaklık da dikkate alınmalıdır.

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: Bilal Özmen; **Tasarım:** Bilal Özmen, Şeyma Çolak, Emine Zehra Aydın; **Denetleme/Danışmanlık:** Bilal Özmen; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Bilal Özmen, Şeyma Çolak; **Analiz ve/veya Yorum:** Bilal Özmen, Şeyma Çolak, Emine Zehra Aydın; **Kaynak Taraması:** Bilal Özmen, Şeyma Çolak; **Makalenin Yazımı:** Bilal Özmen, Şeyma Çolak, Emine Zehra Aydın; **Eleştirel İnceleme:** Bilal Özmen, Şeyma Çolak, Emine Zehra Aydın.

KAYNAKLAR

1. Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, Bhandari B, Murray CJ, Marcenes W. Global burden of untreated caries: a systematic review and metaregression. *J Dent Res*. 2015;94(5):650-8. [Crossref] [PubMed]
2. Cvikl B, Moritz A, Bekes K. Pit and fissure sealants-a comprehensive review. *Dent J (Basel)*. 2018;6(2):18. [PubMed] [PMC]
3. Salma RS, AbdElfatah OM. Effect of a bioactive pit and fissure sealant on demineralized human enamel: in vitro study. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):569. [Crossref] [PubMed] [PMC]
4. Dionysopoulos D, Tolidis K, Gerasimou P, Papadopoulos C. Effect of filler composition of dental composite restorative materials on radiopacity in digital radiographic images. *Polym Compos* 2018;39(S1):E351-E357. [Crossref]
5. Hitij T, Fidler A. Radiopacity of dental restorative materials. *Clin Oral Investig*. 2013;17(4):1167-77. [Crossref] [PubMed]
6. Sarıdag S, Helvacıoğlu-Yigit D, Alniacık G, Özcan M. Radiopacity measurements of direct and indirect resin composites at different thicknesses using digital image analysis. *Dent Mater J*. 2015;34(1):13-8. [Crossref] [PubMed]
7. Watts DC, McCabe JF. Aluminium radiopacity standards for dentistry: an international survey. *J Dent*. 1999;27(1):73-8. [Crossref] [PubMed]
8. Özmen B, Kaya Z. Yeni bir dolgu maddesi olan cention N'nin radyoapasitesinin değerlendirilmesi [Evaluation of the radiopacity of a novel restorative material "centration N"]. *Acta Odontol Turc* 2023;40(2):43-7. [Link]
9. Krithikadatta J, Gopikrishna V, Datta M. CRIS Guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): a concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. *J Conserv Dent*. 2014;17(4):301-4. [Crossref] [PubMed] [PMC]
10. ISO [Internet]. ISO 4049 Dentistry-Polymerbased Restorative Materials. 2009. Available from: [Link]
11. Ramamurthy P, Rath A, Sidhu P, Fernandes B, Nettem S, Fee PA, et al. Sealants for preventing dental caries in primary teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022;2(2):CD012981. [Crossref] [PubMed] [PMC]
12. Lam PP, Sardana D, Lo EC, Yiu CK. Fissure sealant in a nutshell. Evidence-based meta-evaluation of sealants' effectiveness in caries prevention and arrest. *J Evid Based Dent Pract*. 2021;21(3):101587. [Crossref] [PubMed]
13. Alkış M, Akar M. Koruyucu diş hekimliğinde pit ve fissür örtücülere genel bakış [An overview of pit and fissure sealants in preventive dentistry]. *J Dent Fac Usak Univ*. 2023;2(2):36-40. [Link]
14. Kühnisch J, Bedir A, Lo YF, Kessler A, Lang T, Mansmann U, et al. Meta-analysis of the longevity of commonly used pit and fissure sealant materials. *Dent Mater*. 2020;36(5):e158-e168. [Crossref] [PubMed]
15. Yaylacı A, Karaarslan ES, Hatırlı H. Evaluation of the radiopacity of restorative materials with different structures and thicknesses using a digital radiography system. *Imaging Sci Dent*. 2021;51(3):261-9. [Crossref] [PubMed] [PMC]
16. Welbury R, Raadal M, Lygidakis NA; European Academy of Paediatric Dentistry. EAPD guidelines for the use of pit and fissure sealants. *Eur J Paediatr Dent*. 2004;5(3):179-84. [PubMed]
17. Dukic W, Delija B, Derossi D, Dacic I. Radiopacity of composite dental materials using a digital X-ray system. *Dent Mater J*. 2012;31(1):47-53. [Crossref] [PubMed]
18. Özdemir Ö, Uzun İ, Kalyoncuoğlu E, Keskin C, Güler B. Dört farklı kök kanal dolgu patının radyoapasitesinin dijital radyografik teknik kullanılarak değerlendirilmesi [Evaluation of the radiopacities of four different root canal sealers by digital radiographic technique]. *Acta Odontol Turc*. 2016;33(2):75-9. [Crossref]
19. Kaval ME, Akin H, Guneri P. Radiopacity of esthetic post materials: evaluation with digital analysis technique. *J Prosthodont*. 2017;26(5):455-9. [Crossref] [PubMed]
20. Karadas M, Köse TE, Atıcı MG. Comparison of radiopacity of dentin replacement materials. *J Dent Mater Tech* 2020;9(4):195-202. [Link]
21. Gündoğdu C, Akgül S. Radiopacity evaluation of different types of resin restorative materials using a digital radiography system. *Oral Radiol*. 2023;39(4):646-53. [Crossref] [PubMed]
22. Lachowski KM, Botta SB, Lascala CA, Matos AB, Sobral MA. Study of the radio-opacity of base and liner dental materials using a digital radiography system. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013;42(2):20120153. [Crossref] [PubMed] [PMC]
23. Babaier RS, Aldeeb MS, Silikas N, Watts DC. Is the radiopacity of CAD/CAM aesthetic materials sufficient? *Dent Mater*. 2022;38(6):1072-81. [Crossref] [PubMed]
24. Kuter B, Uzel I. Comparative radiopacity of pediatric dental restorative materials. *Balk J Dent Med*. 2022;26(1):47-51. [Link]
25. Okuda Y, Noda M, Kono H, Miyamoto M, Sato H, Ban S. Radio-opacity of core materials for all-ceramic restorations. *Dent Mater J*. 2010;29(1):35-40. [Crossref] [PubMed]
26. Celikel P, Bas A, Sengul F, Derelioglu Simsek S. Assessment of the radiopacity of different fissure sealants compared to dental hard tissues. *NEU Dent J* 2024;6(Special Issue):27-35. [Link]
27. Ozan G, Yazıcıoğlu O, Tatar H, Ozel Yıldız S. Radiopacity of composite dental materials using a digital X-ray system. *Mater Sci Ed* 2022;37(2):170-6. [Crossref]