

# Dental Simanların Radyopasitelerinin Mine ve Dentin ile Karşılaştırılması

## *Comparison of Radiopacity of Dental Cements With Human Enamel and Dentin*

R. Banu ERMİŞ<sup>1</sup> B. Güniz AKDENİZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, Isparta

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Oral Diagnoz ve Radyoloji AD, İzmir

### Özet

**Amaç:** Dişhekimliğinde çeşitli amaçlar ile kullanılan 8 farklı simanın radyopasitelerinin (densite) mine ve dentinin radyopasite değerleri ile karşılaştırılmasıdır.

**Yöntem:** 5 mm çapında ve 1 mm kalınlığındaki 8 farklı siman diski ile yeni çekilmiş dişlerin uzunlamasına kesilmesiyle elde edilen 1 mm kalınlığındaki mine ve dentin örnekleri aynı film üzerindeki birlikte ışınlandı. Her marka simana ait 5 ayrı örnek hazırlamak sureti ile toplam 40 siman örneği incelendi. Simanların radyografik densitesi siman disklerinin alüminyum *step-wedge* ile çekilen filmlerde, densitenin optik densitometre ile ölçülmesiyle saptandı ve optik densite değeri (ODU) olarak kaydedildi.

**Bulgular:** 8 şimandan 6'sının mine ve dentinden daha radyopak olduğu belirlendi. En radyopak simanın Chelon Silver, en radyolüsent simanın ise Logo-cem olduğu bulundu.

**Sonuç:** Bazı simanların densite değerlerinin sekonder çürüğün saptanması yönünden yetersiz olduğu gözlemlendi.

**Anahtar sözcükler:** radyografi, densitometre, dental simanlar

### Abstract

**Objective:** The aim of this study was to compare the relative radiodensity of enamel, dentin and 8 cements used for various purposes.

**Methods:** Discs of 8 cements, 5 mm in diameter and 1 mm thick were exposed together with 1 mm thick enamel and dentine specimens made by sectioning freshly extracted teeth longitudinally. For each brand of cement, five specimens were prepared for a total of 40 specimens. Radiographic density of dental cements were established as optic density units (ODU) using an optic densitometer after the cement discs were radiographed with an aluminum step-wedge.

**Results:** Six of 8 cements were more radiopaque than both enamel and dentin. Chelon-Silver was the cement with highest radiopacity while Logo-cem had the lowest radiopacity.

**Conclusion:** It was determined that some dental cements lack the radiopacity required to distinguish seconder caries underneath them.

**Keywords:** dental, radiography, densitometry, dental cements

## Giriş

Dişhekimliğinde simanlar metal veya seramik kron, inley, onley ve seramik venter gibi restorasyonların yapıştırılmasında kullanılmaktadır.<sup>1,2</sup> Bu amaçla cam iyonomer, rezin modifiye cam iyonomer, çinko polikarboksilat ve çinko fosfat gibi su esaslı; güçlendirilmiş çinko oksit öjenol gibi yağ esaslı veya kompozit ve kompozit gibi rezin esaslı simanlar kullanılır.<sup>2</sup> Yapıştırma amacıyla kullanılan ideal bir simanda aranılan özellikler; biyolojik olarak uyumlu olması, diş yapısına ve restorasyona kimyasal olarak bağlanması, viskozite ve film kalınlığının az olması, çürük önleyici etkisinin olması, ağız sıvılarında ve asitlerde erimemesi ve fiziksel özelliklerinin iyi olmasıdır.<sup>1,3</sup>

Dişlerin dolgu maddeleriyle restorasyonu amacıyla preparasyonundan sonra kavitede kalan dentin kalınlığı 2 mm'den az veya dolgu maddesinin direkt olarak dentin üzerine yerleştirilmesi uygun değil ise dentin dokusu ile dolgu maddesi arasına yerleştirilen simanlar kaide veya taban maddeleri olarak adlandırılır.<sup>1</sup> Kaide maddeleri basma ve gerilme dayanımları yüksek materyaller olduğundan ve kalın olarak yerleştirildiklerinden dolayı restorasyon için mekanik destek ve pulpa dokusu için termal izolasyon sağlarlar. Ayrıca restoratif materyalin daha az miktarda kullanılmasını sağlamak, flor salmak ve indirekt restorasyonlarda undercutları ortadan kaldırmak gibi avantajları da bulunmaktadır.<sup>1,4</sup> Bu amaçla kullanılan güçlendirilmiş çinko oksit öjenol, çinko fosfat ve çinko polikarboksilat simanlar karışımında toz miktarının daha fazla bulunmasından dolayı simantasyon için kullanılan formüllerine göre daha dayanıklıdır.<sup>2</sup> Cam iyonomerler, posterior kompozitler, seramik veya kompozit inley ve onley restorasyonlarda kaide olarak ve kor yapımında kullanılmaktadır. Bunların dışında genellikle kompozit restorasyonlarda kaide veya restoratif amaçlı olarak kullanılan rezin modifiye cam iyonomerler daha viskoz bir yapıdadırlar ve mekanik olarak karıştırılan kapsül formları da mevcuttur.<sup>2</sup>

Bu tür dayanıklı kaide materyallerinden bazıları geçici dolgu materyali olarak da kullanılabilir. Daimi restorasyon yapılncaya kadar geçen sürede pulpayı koruyan bu tür maddelerin en çok kullanılanlarından biri çinko oksit öjenol simanlardır.<sup>1,2</sup>

Ağızda daha uzun süre kalacak olan geçici dolgular için rezin modifiye cam iyonomer veya çinko polikarboksilat simanlar da kullanılabilir.<sup>2</sup>

Bunların dışında basma ve gerilme dayanımı çok az ve kırılan olan kaide maddelerinden, bazı tip cam iyonomer ve çinko oksit öjenol simanlar da pulpayı kimyasal iritasyonlardan korumaya yönelik olarak kullanılan simanlardır.<sup>1,2</sup> Bunun yanı sıra bu tür simanlardan bazılarının flor salma, diş yapısına bağlanma ve antibakteriyel özelliklerinden dolayı pulpa üzerinde yararlı etkilerinin olduğu savunulmaktadır.<sup>4</sup>

Hangi amaçla kullanılırsa kullanılsın ideal bir dental simanda yukarıda sayılan özelliklerin yanı sıra istenen diğer bir nitelik de özellikle dentinden ve çürükten ayırt edilebilecek yeterli radyopasitede olmasıdır.<sup>5,6</sup>

Kullanılan kaide maddesinin boş bir kaviteden, dentinden, restoratif materyalden ve/veya çürükten ayırt edilmesi gerektiği birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır.<sup>7-9</sup> Dental simanların radyodensitesi sekunder çürüklerin tanısı, üstlerinde yer alan restorasyonların boyutlarının belirlenmesi, restorasyonların kavite duvarına adaptasyonunun saptanması, gingival bölgedeki taşkinlik veya marjinal aralanma ile boşlukların saptanması ve aynı zamanda pulpanın lokalize edilmesi yönünden son derece önemli bir özelliktir.<sup>10,11</sup>

Rezin esaslı restoratif materyallerin radyopasitelerinin saptanmasına yönelik mevcut bir çok çalışmada restoratif materyallerin radyodensitesinin çürükten ve komşu dental dokulardan ayırt edilmesinin tanısal önemi ortaya konulmuştur.<sup>8,11-15</sup> Benzer şekilde dental simanları dentin ve mineden ayırt edebilecek radyopasite eşik değerlerinin bilinmesinin de tanısal önemli rol oynayacağı ortadadır. Bu nedenle çeşitli amaçlarla kullanılan farklı simanların radyopasitelerinin ölçülmesi, birbirleriyle ve mine ve dentin ile karşılaştırılması amacıyla bir *in vitro* çalışma planlanmıştır.

## Gereç ve Yöntem

Çalışmada kullanılan materyallerin tipi, uygulanma amaçları ve üretici firmalara ait bilgileri Tablo 1'de sunulmuştur. Kullanılan toplam 8 simandan; 1 tane-

si çinko fosfat, 1 tanesi çinko polikarboksilat, 1 tanesi güçlendirilmiş çinko oksit öjenol, 2 tanesi konvansiyonel cam iyonomer, 2 tanesi rezin modifiye cam iyonomer ve 1 tanesi de gümüş katkılı cam iyonomer simandır. Test edilen 2 tane konvansiyonel cam iyonomer simandan biri yapıştırma diğeri kaide olarak kullanılan materyallerden seçildi. 2 tane rezin modifiye cam iyonomer simandan biri kaide, diğeri ise restoratif amaçlı olarak da kullanılan materyallerden seçildi. Toz ve likit formunda olan bu simanlar piyasada mevcut ve sıklıkla kullanılan materyallerdir. Ayrıca çalışmaya dahil edilen mine ve dentin örnekleri kontrol ve karşılaştırma amacı ile kullanılmıştır.

Her materyalden disk şeklindeki beş adet örnek, üretici firmaların önerdiği toz ve likit oranlarına göre hazırlandı. Karıştırılan simanlar çapı 5 mm, kalınlığı ise 1 mm olan teflon bir kalıbın içine yerleştirilip kondanse edildi. Daha sonra teflon kalıp içindeki simanların üzerine sertleşmeleri süresince bir cam yerleştirildi ve fazla materyalin uzaklaşması için el ile basınç uygulandı. İki farklı rezin modifiye cam iyonomer siman ise bir şeffaf bant üzerinden görünür ışık cihazıyla (3M Dental, Curing Light XL 3000, Almanya; 400-450 mW/cm<sup>2</sup>) 40 saniye süre ile polimerize edildi. Çalışmada kullanılan 5 adet mine ve dentin örneği ise yeni çekilmiş insan birinci molar

dentin örneği ise yeni çekilmiş insan birinci molar dişlerinden uzun eksene paralel kesit alınarak hazırlandı. Elde edilen siman, mine ve dentin örnekleri zımparalanıp kalınlıkları mikrometre ile ölçülerek standart hale getirildi. Hazırlanan örnekler, radyografi alınmadan önce 24 saat süre ile 37°C'de karanlık ve nemli ortamda saklandı.

Sekiz çeşit farklı materyale ait birer örnek, bir mine-dentin örneği ve her basamağının kalınlığı 2 mm olan beş basamaklı % 99,5 saflıkta alüminyum step-wedge Kodak Ultra-speed okluzal bir film (Rochester, NY, USA) üzerine yerleştirildi ve 70 kvP, 10 mA, film ışın kaynağı mesafesi 40 cm iken, 0,6 saniye süre ile ışınlandı (Anthos, İtalya). Işınlama öncesinde saçılma radyasyonunu önlemek için örneklerin yerleştirildiği okluzal filmin çevresine 8X6 cm boyutunda dikdörtgen şeklinde açıklığı olan bir kurşun plaka yerleştirildi. Bu işlem 5 ayrı film kullanılmak sureti ile eşit koşullarda beş kez tekrarlandı. Tüm filmler otomatik banyo cihazında (Velopex, X/51853, İngiltere) standart koşullarda, 28°C'de taze banyo solusyonu (Kodak RP X-Ömat LO, Fransa) kullanılarak 4,5 dakika süre ile banyo edildi. Baz ve fog densesini belirlemek üzere ışın almamış bir okluzal film de diğer filmlerle birlikte banyo edildi. Çekilen filmlerde hava kabarcığı olduğu görülen siman örnekler çalışmadan çıkartılarak yenilendi.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	Tip	Lot no.	Üretici firma	Uygulama	Sertleşme reaksiyonu
Adhesör	Çinko fosfat	386050-1	Spofa Dental, Çekoslovakya	Yapıştırıcı Kaide, Geçici d.	Kimyasal
Poly-F Plus/ Bondex	Çinko polikarboksilat	0002001077	DeTrey/Dentsply, Almanya	Yapıştırıcı, Kaide, Geçici d.	Kimyasal
Balzinol	Güçlendirilmiş çinko oksit öjenol	9910000889	DeTrey/Dentsply, Almanya	Kaide, Geçici d.	Kimyasal
Logo-cem	Cam iyonomer	15245	PD.Dental Almanya	Yapıştırıcı	Kimyasal
Ionobond	Cam iyonomer	73729	Voco, Almanya	Kaide	Kimyasal
Chelon-Silver	Gümüş katkılı cam iyonomer	FW0067107	ESPE, Almanya	Kaide	Kimyasal
Vitrebond	Rezin modifiye cam iyonomer	9281	3M,	Kaide	Işık-Kimyasal
Photac-Fill Quick	Rezin modifiye cam iyonomer	FW0067925	ESPE, Almanya	Kaide, Restoratif	Işık-Kimyasal

Örneklerin radyografik densite değerleri ölçüm yapılan açıklığı 0,1 mm olan optik densitometre (Macbeth TD 932, Newburgh, NY) kullanılarak ölçüldü. Simanların densitometrik ölçümleri yapılmadan önce, *step-wedge*'in her basamağının radyografik densitesi tam ortadan yatay olarak geçen hayali çizgi üzerinde 3 farklı noktadan ölçüm yapıp ortalamasının alınması ile gerçekleştirildi. Daha sonra simanların densitesi için beş ayrı film üzerindeki her bir siman ve mine-dentin örneği için aynı işlem tekrarlandı. Her siman için 3 kez tekrarlanan ölçümlerin ortalaması alınarak o materyale ait optik densite değeri saptandı. Tüm ölçümlerden baz ve log densite değerinin çıkarılması ile *step-wedge*'e ve simanlara ait net densite değerleri optik densite unit (ODU) olarak not edildi. Tüm ölçüm değerleri *step-wedge*'e ait değerler ile karşılaştırılarak o materyale ait densite değeri milimetre alüminyum eşdeğeri (mm Al) cinsinden ifade edildi.

Ölçümler sonucunda elde edilen veriler gruplar arasındaki farkların incelenmesi için varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi. Varyans analizi sonrası, hangi grupların ortalamasının birbirinden farklı olduğunu saptamak için çoklu karşılaştırma (*post-hoc*) yöntemlerinden *Bonferroni* testi kullanıldı (SPSS 10.0, Windows).

## Bulgular

Test edilen materyallere ait densitometre ile saptanan radyodensite sonuçlarının ortalama ve standart sapmaları Tablo 2'de görülmektedir. Simanların radyodensite değerlerinin birbirinden anlamlı olarak farklılık gösterdiği saptandı ( $p < 0,05$ , Tablo 3). Tüm simanlar içinde gümüş katkılı bir cam iyonomer siman olan Chelon-Silver'ın optik densite değerinin en düşük (en radyopak), bir konvansiyonel cam iyonomer siman olan Logo-cem'in ise en yüksek (en radyolüsent) olduğu bulundu. Bununla beraber, Chelon-Silver ile fosfat ve polikarboksilat simanlar ve bir çinko oksit öjenol simanı olan Kalzinol'un densite değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p > 0,05$ ). Aynı şekilde Logo-cem ile bir cam iyonomer siman olan Ionobond'un densite değerleri arasında da istatistiksel olarak bir fark bulunmadı ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 2.** Simanlar ile mine ve dentinin optik densite (ODU) değerleri.

Materyal	(n)	ODU ± Standart sapma
Chelon-Silver (CS)	5	0,50 ± 0,05
Adhesor (AD)	5	0,53 ± 0,02
Kalzinol (KZ)	5	0,56 ± 0,07
Poly-F Plus/Bondex (PF)	5	0,58 ± 0,05
Photac-Fil Quick (PQ)	5	0,73 ± 0,04
Vitrebond (VB)	5	0,73 ± 0,01
Mine (EN)	5	0,87 ± 0,03
Dentin (DE)	5	0,96 ± 0,06
Ionobond (IB)	5	1,02 ± 0,02
Logo-cem (LC)	5	1,10 ± 0,03

**Tablo 3.** Densitometrik değerler arasındaki istatistiksel farklar.

	CS	AD	KZ	PF	PQ	VB	EN	DE	IB	LC
Chelon-Silver (CS)		NS	NS	NS	*	*	*	*	*	*
Adhesor (AD)	NS		NS	NS	*	*	*	*	*	*
Kalzinol (KZ)	NS	NS		NS	*	*	*	*	*	*
Poly-F Plus/Bondex (PF)	NS	NS	NS		*	*	*	*	*	*
Photac-Fil Quick (PQ)	*	*	*	*		NS	*	*	*	*
Vitrebond (VB)	*	*	*	*	NS		*	*	*	*
Enamel (EN)	*	*	*	*	*	*		NS	*	*
Dentin (DE)	*	*	*	*	*	*	NS		NS	*
Ionobond (IB)	*	*	*	*	*	*	*	NS		NS
Logo-cem (LC)	*	*	*	*	*	*	*	*	NS	

\*İstatistiksel olarak anlamlı fark ( $p < 0,05$ )

NS= Fark istatistiksel olarak anlamlı değil ( $p > 0,05$ )

Çinko oksit öjenol, çinko fosfat ve polikarboksilat simanların cam iyonomer simanlardan daha radyopak olduğu gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Çinko fosfat, polikarboksilat, çinko oksit öjenol, rezin modifiye ve gümüş katkılı cam iyonomer simanların mine ve dentinden daha radyopak olduğu saptandı ( $p < 0,05$ ). İki konvansiyonel cam iyonomer simanın mine ve dentinden daha radyolüsent olduğu gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Radyopasitesi dentine en yakın olan simanın ise Ionobond olduğu belirlendi.

Mine ve dentin örneklerinin radyodensite değerleri çeşitli kalınlıklardaki alüminyumun radyodensitesi ile karşılaştırıldığında, minenin 2-4 mm arası kalınlıkta alüminyumun radyopasitesine eşdeğer, dentinin ise 2 mm'den daha ince alüminyumun radyopasitesine eşdeğer olduğu saptandı (Tablo 4).

**Tablo 4.** Farklı kalınlıklardaki alüminyum ile mine ve dentinin optik densite değerleri (ODU).

Alüminyum kalınlığı (mm)	ODU ± Standart sapma
2	0,88 ± 0,01
4	0,70 ± 0,02
6	0,57 ± 0,01
8	0,49 ± 0,01
10	0,45 ± 0,03
Mine (1 mm)	0,87 ± 0,03
Dentin (1 mm)	0,96 ± 0,06

## Tartışma

Dental materyallerin radyografik olarak diş dokularından ayırt edilebilmesi tanısal doğruluk yönünden önemli rol oynamaktadır.<sup>1</sup> Dentindeki demineralizasyonun veya sekonder çürüklerin radyografide mümkün olduğunca erken saptanması ise tedavi planlaması ve prognozu açısından oldukça önemlidir.<sup>5,10,11</sup> Ayrıca yapıştırma, kaide veya restorasyon amacıyla kullanılan simanların radyopasitelerinin diş yapılarınınkinden farklı olmasının, hatalı konturların, materyal içindeki boşlukların ve marjinal aralıkların saptanmasında da büyük önemi olduğu birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır.<sup>6,16</sup>

Doğuların altında yer alan sekonder çürüğün radyografik olarak teşhis edilebilmesi için kaviteye yerleştirilen bir kompozit materyalin radyopasitesinin minenin radyopasitesine eşdeğer veya biraz daha yüksek olması gerektiği belirtilmiştir.<sup>8,11</sup> Aynı şekilde kaide olarak kullanılan simanların da radyopasitelerinin radyografik teşhiste ayırt edilebilecek değerde olması gerekir. Çalışmamıza dahil edilen simanların büyük bir çoğunluğunun mine ve dentinden daha radyopak olduğu saptanmıştır. Çinko fosfat, polikarboksilat ve çinko oksit öjenol simanların yüksek radyopasite değerleri içeriklerindeki yüksek çinko oksit miktarına bağlanmaktadır.<sup>17</sup>

Çeşitli araştırmalarda cam iyonomer simanların radyopasitesinin dentinden biraz daha fazla olması gerektiği belirtilmiştir.<sup>18-20</sup> Ancak çalışmada kullanılan iki cam iyonomer siman, yapıştırma simanı olarak kullanılan Logo-cem ile kaide amaçlı kullanılan Ionobond'un, dentinden daha az radyopasite gösterdiği saptanmıştır. Bu iki materyalin radyografik olarak dekalsifiye dentinden ayırt edilebilmesi güç olduğundan yapıştırma veya kaide amacıyla kullanıl-

ması bu çalışmanın bulguları doğrultusunda önerilmeyebilir. Ayrıca bu tür materyallerin Sınıf II kaviteler veya tünel restorasyonlarda olduğu gibi aproksimal alanlarda kullanılmasının sekonder çürüklerin tanısında yanlıcı olacağı da bildirilmiştir.<sup>11</sup> Buna bağlı olarak daha az radyopak olan bu iki simanın söz konusu restoratif yöntemler sırasında kullanılması da benzer tanısal sakıncalar yaratabilecektir. Esas olarak kalsiyum floro-alümino-silikat cam tozu ve poliakrilik ve itakonik asit kopolimerinden oluşan cam iyonomer simanlar radyolüsent materyallerdir.<sup>21</sup> Cam iyonomer simanların toz kısmında bulunan radyopasite değerleri düşük olan alüminyum ve silikon bileşikleri materyalin radyolüsent olmasına yol açmaktadır.<sup>22</sup> Bu nedenle cam iyonomer simanlara radyopasite kazandırmak için içeriklerine stronsiyum, baryum, lantanyum ve zirkonyum gibi elementlerin katılması gerektiği belirtilmiştir.<sup>19,21,23</sup> Yine çinko oksit ilavesi veya gümüş ilavesi materyalin radyopak olup olmamasını belirlemektedir. Çalışmamızda test edilen materyallerden en fazla radyopasite değeri içerdiği gümüş nedeniyle bir cam iyonomer siman olan Chelon-Silver'a aittir. Ayrıca çalışmada kullanılan rezin modifiye cam iyonomer simanlar da mine ve dentinden daha radyopak bulunmuştur. Bu tür simanlarda toz kısmı başlıca radyopak olan floro-alümino-silikat cam tozundan oluşur ve bu cam silisyum dioksit, çinko oksit ve stronsiyum oksit gibi bazı bileşiklerin katılmasıyla hazırlanır.<sup>22</sup>

Dental materyallerin radyopasite değerleri genellikle eşdeğer milimetre alüminyum (mm Al) kalınlığıyla ifade edilir.<sup>24</sup> Amerikan Dişhekimliği Birliği, üretici firmanın rezin modifiye cam iyonomer simanın radyopak olduğunu iddia edebilmesi için, materyalin radyopasitesinin eşit kalınlıktaki Al'un radyopasitesinin en az iki katı olması gerektiğini bildirmiştir.<sup>25</sup> Buna göre çalışmamıza dahil edilen bir çok simanın 2 mm kalınlığındaki alüminyumdan daha radyopak olduğu ve adı geçen kriterlere uyum gösterdiği saptanmıştır. Ancak Ionobond ve Logo-cem'in bu kriterlere uymadığı ve 2 mm kalınlığındaki alüminyuma kıyasla daha radyolüsent olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla simanların üretim aşamasında radyopasitesini etkileyen maddelerin kullanılması konusunda üretici firmaların daha duyarlı olmaları ve özellikle geliştirilecek cam iyonomer simanların içeriklerine

stronsiyum, baryum, zirkonyum gibi elementlerin katılarak formülasyonlarının radyopasitelerini artıracak şekilde yapılması önerilebilir.

Bu çalışma *in vitro* bir çalışma olmakla birlikte elde edilen sonuçlar dental simanların radyodensitesinin önemini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte klinik tanılarda başarıyı artırmak yönünden benzer materyalleri kullanarak klinik çalışmalar yapılması ve sonuçların desteklenmesi gerektiği ortadadır.

## Sonuç

Kimyasal bileşimi daha önemli olmakla birlikte simanların kalınlığı azaldıkça daha radyolüsent görüntü elde edileceği de göz önünde bulundurulmalı, özellikle radyodensitesi dentine yakın sınırdaki bulunan simanların kaide maddesi olarak kullanılmaktan kaçınılmalıdır.

## Kaynaklar

1. Bagby M, Gladwin MA. Clinical Aspects of Dental Materials. Lippincott, Williams & Wilkins, ABD, 2000, 81-92.
2. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. Direct esthetic restorative materials. In: Craig RG, O'Brien WJ, Powers JM. Dental Materials: Properties and Manipulation. 7th Ed., Mosby, ABD, 2000, 116-137.
3. Obradović-Durić K. Glass ionomer cements in prosthetic dentistry. *Balk J Stom* 1997; 1: 60-63.
4. Hilton TJ. Cavity sealers, liners, and bases: Current philosophies and indications for use. *Oper Dent* 1996; 21: 134-146.
5. Shah PM, Sidhu SK, Chong BS, Ford TR. Radiopacity of resin-modified glass ionomer liners and bases. *J Prosthet Dent* 1997; 77: 239-242.
6. Akerboom HBM, Kreulen CM, van Amerongen WE, Mol A. Radiopacity of posterior composite resins, composite resin luting cements, and glass ionomer lining cements. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 351-355.
7. Van Dijken JWV, Wing KB, Ruyter IE. An evaluation of the radiopacity of composite restorative materials used in Class I and Class II cavities. *Acta Odontol Scand* 1989; 47: 401-407.
8. Goshima T, Goshima Y. Optimum radiopacity of composite inlay materials and cements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72: 257-260.
9. Skartveit L, Halse A. Radiopacity of glass ionomer materials. *J Oral Rehabil* 1996; 23: 1-4.
10. O'Rourke B, Walls AWG, Wassell RW. Radiographic detection of overhangs formed by resin composite luting agents. *J Dent* 1995; 23: 353-357.

11. Murchison DF, Charlton DG, Moore WS. Comparative radiopacity of flowable resin composites. *Quintessence Int* 1999; 30: 179-184.
12. Bouschlicher MR, Cobb DS, Boyer DB. Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Oper Dent* 1999; 24: 20-25.
13. Uçtaşı S, Öztaş D. Resin esaslı yapıştırma simanlarının radyopasitelerinin mine ve dentin ile karşılaştırılması. *AÜ Dişhek Fak Derg* 2001; 28: 186-190.
14. Sidhu SK, Shah PM, Chong BS, Pitt Ford TR. Radiopacity of resin-modified glass-ionomer restorative cements. *Quintessence Int* 1996; 27: 639-643.
15. Toyooka H, Taira M, Wakasa K, Yamaki, Fujita M, Wada T. Radiopacity of 12 visible-light-cured dental composite resins. *J Oral Rehabil* 1993; 20: 615-622.
16. Curtis PM, von Fraunhofer JA, Farman AG. The radiographic density of composite restorative resins. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 70: 226-230.
17. Matsumura H, Sueyoshi M, Tanaka T, Aysuta M. Radiopacity of dental cements. *Am J Dent* 1993; 6: 43-45.
18. Prévost AP, Forest D, Tanguay R, DeGrandmont P. Radiopacity of glass ionomer dental materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 70: 231-235.
19. Smith DC, Kuse DN, Zuccolin D. Some characteristics of glass ionomer cement lining materials. *J Can Dent Assoc* 1988; 54: 903-908.
20. Williams JA, Billington RW. The radiopacity of glass ionomer dental materials. *J Oral Rehabil* 1990; 17: 245-248.
21. Hara AT, Serra MC, Rodrigues Jr AL. Radiopacity of glass-ionomer/composite resin hybrid materials. *Braz Dent J* 2001; 12: 85-89.
22. 3M™ Vitrebond™ Liner/Base. Technical Product Profile Update.
23. Smith DC. Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 1990; 120: 20-26.
24. Watts DC, McCabe JF. Aluminium radiopacity standards for dentistry: an international survey. *J Dent* 1999; 27: 73-78.
25. Marouf N, Sidhu SK. A study on the radiopacity of different shades of resin-modified glass-ionomer restorative materials. *Oper Dent* 1998; 23: 10-14.

## Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. R. Banu ERMIŞ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi,  
Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, 32000 - Kampüs / ISPARTA  
Tel : (246) 211 33 15  
Faks : (246) 237 06 07  
E-posta : banu\_ermis@yahoo.com