

T.C.  
İstanbul Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü  
Diş Hastalıkları ve Tedavisi  
Anabilim Dalı  
Danışman: Prof.Dr.Mete ÜÇOK

# YENİ NESİL CAM-İYONOMER SİSTEMİN İN-VİVO VE İNSİTU DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Dt. Mustafa DEMİRCİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İstanbul - 1996

*Bu tezin hazırlanmasında bana her konuda yardımcı olan ve yönlendiren, kişisel yaşamımda karşılaştığım sorunlarda bana sağ duyulu olmayı öğreten ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof.Dr.Mete Üçok'a, laboratuvar çalışmalarım sırasında bana destek olan ve engin birikimlerinden yararlanma olanağını sağlayan Sayın Hocam Prof.Dr.Namık Soydan'a, tez çalışmasının konusunu oluşturan materyalin in vivo olarak uygulanması olanağını sağlayan M.Ü.Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Ana Bilim Dalı Başkanı Sayın Hocam Prof.Dr.Nejat Erverdi'ye, Doç.Dr.Nazan Küçükkeleş'e ve çalışmama destek olan öğretim üyesi yardımcılara, çalışmalarım sırasında beni destekleyen diğer hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma, tezin hazırlanmasında bana yardımcı olan kardeşim Asuman Demirci'ye ve tez materyallerini inceleme olanağını bana sağlayan hastalarımın şükranlarımı sunar, teşekkür ederim.*

## İÇİNDEKİLER

---

---

|                 | <u>Sayfa</u> |
|-----------------|--------------|
| GİRİŞ           | 1            |
| GENEL BİLGİLER  | 3            |
| AMAÇ            | 51           |
| GEREÇ VE YÖNTEM | 53           |
| BULGULAR        | 56           |
| TARTIŞMA        | 88           |
| SONUÇLAR        | 116          |
| ÖZET            | 118          |
| SUMMARY         | 120          |
| KAYNAKLAR       | 122          |
| ÖZGEÇMİŞ        | 145          |

## G İ R İ Ő

---

Kaybedilen diş yapılarını karőılayacak bir materyal arayıőı ilk çağlardan beri devam eden bir gereksinim olmuştur. Diőhekimlięinin bilimsel bir niteliğe ulaőmasından sonra, bu arayıő yoğun araőtırmaları uyaran bir özellik kazanmıőtır.

Diőhekimlięinin ana konularından birisi de ideal materyale ulaőma yolunda yapılan çalıőmalardır. Kullanıma sunulan her yeni materyal bir taraftan bir ihtiyaça cevap verirken, diğer taraftan yeni arayıőlara neden olmuştur. Bunun en son örneklerinden bir tanesi de cam iyonmer simanlarıdır.

1972 yılında cam iyonmer simanları bulunduktan sonra, bu materyaller; fluorür iyonu açığa vermesi ve diş yapılarına kimyasal olarak bağlanması gibi iki temel özelliği nedeniyle güncellik kazanmıőlardır. Ancak basınca karşı dirençlerinin düşük olması, çözünlükleri ve optik özelliklerinin kompozitler kadar iyi olmaması bu materyallerin kullanımını sınırlamıştır. Bu nedenle toz ve likit kısımlarında çeşitli değişiklikler yapılarak cam iyonmer simanlarda geliőim sürdürölmüőtür. Bu deęiőikliklerle; bir yandan maddenin fiziksel özelliklerinin amalgama yaklaőtırılması tasarlanmış, diğer yandan da estetik görünümlerinin kompozitlerle aynı olması istenmiőtir.

İlk olarak; materyalin toz kısmına metal parçacıklarının karıştırılması veya birleştirilmesiyle cam-cermet simanları elde edilmiştir. Bu

materyallerin fiziksel özellikleri geleneksel cam iyonomer simanlarından daha iyi olmasına rağmen, amalgamlar kadar çiğneme basınçlarına dayanıklı değildirler. Aynı zamanda gümüş-cermet gibi simanların dişi gri renge boyaması ve renk uyum özelliklerinin yetersizliği, bu materyallerin kullanımını sınırlamıştır.

Son yıllarda materyalin likit kısmına, monomer, prepolimer ve kopolimerlerin ilave edilmesi ile cam iyonomer simanlarında yeni bir kuşak olan hidrid iyonomerler elde edilmiştir. Bu materyallerin oluşturulmasında değişik yaklaşımlar sunulmuştur. Tüm bu yaklaşımlarda ana düşünce; cam iyonomer simanlara özgü avantajlarla, kompozit reçinelerin cam iyonomer simanlarından üstün olan özelliklerini bir maddede toplamaktır.

Bu materyallerin, kimyasal yapıları açısından kompozit reçinelerle cam iyonomer simanlar arasında yer aldıkları belirtilmiştir. Hibrid iyonomerlerde, kompozit reçine kimyası etkinlik kazandıkça ısı genleşme katsayıları artmakta, fluorür iyonu açığa vermeleri azalmaktadır. Kimyasal formülleri cam iyonomer simanlara daha çok benzeyenlerde ise fluorür iyonu açığa vermeleri artmakta, ısı genleşme katsayıları azalmaktadır.

Bu kuşağın ilk örneği, ışıkla sertleşen bir hibrid iyonomer liner/base olarak "Vitrebond" adı ile 1988 yılında piyasaya sürülmüştür. Daha sonra bu kuşağın restorasyonlarda kullanılan örnekleri 1991 yılı başlarından itibaren tanıtılmaya başlanmıştır. Literatürde ve tanıtım raporlarında "hibrid iyonomer" "reçine-iyonmer", "cam iyonmer-reçine", "ışıkla sertleşen cam iyonmer" gibi değişik isimlerle nitelendirilmişlerdir. Bu maddelerle ilgili çalışmalar devam etmekte olup, bu materyallerin tüm yönleri ile tanınmasını ve güncelleşmesini sağlayacak bilgilenmelerin elde edilmesi için belirli bir zamana gereksinim duyulmaktadır.

Restoratif dişhekimliğinde kullanılan materyallerin fiziksel, estetik ve klinik özellikleri yanında, dentin-pulpa kompleksi ve çevre dokularla biyolojik uyumu da çok önemlidir. Bu nedenle klinikte kullanılacak bir materyalin, canlı doku ve organlarla uzun süreli bir birliktelik oluşturacağı için, hem klinik ve hem de biyolojik uygunluk ölçütlerine ulaşması gerekmektedir.

## GENEL BİLGİLER

### *CAM İYONOMER SİMANLARININ FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ*

Cam iyonomer simanları 1970'lerin başında direnç, sertlik ve fluorür iyonu açığa salma gibi özelliklere sahip silikat cam tozu ile bir poliakrilik asit likitin birleştirilmesi sonucu bulunmuştur. Simanın likit kısmını oluşturan poliakrilik asit, diş dokularına yapışma ve biyolojik uygunluk özelliklerine sahiptir(199).

Toz kısmı; silisyum oksit (% 29), alüminyum oksit (% 16.6), kar-yolit (% 5), kalsiyum fluorür (% 34.3), alüminyum fluorür (% 5.2) ve alüminyum fosfatın (% 9.9) birleşmesi ile oluşan yüksek fluorür içerikli bir alüminosilikat camdır(198).

Wilson ve McLean (1988) tarafından  $Al_2O_3/SiO_2$  oranının 1:2 ya da daha fazla olması gerektiği bildirilmiş ve fluorür hacminin % 23'e kadar ulaştığı belirtilmiştir(200).

İlk cam iyonomer simanlarının likit bileşeni poliakrilik asitin % 50 sulandırılmış solüsyonudur. Bu solüsyon uzun süre yapısını koruyamamış ve 10-30 haftada solüsyonda jelleşme meydana gelmiştir. Bu sorun, bir akrilik asit-itakonik asit kopolimerinin likit kısma ilave edilmesi ile çözülmüştür(40). İlk cam iyonomer simanlarının bir olumsuz özelliği de, yavaş

sertleşme reaksiyonudur. Küçük miktarda optik olarak aktif tartarik asit izomerlerinin likit kısma ilave edilmesi ile sertleşme süresi kısalmış ve sertleşme hızı artmıştır(197). Yüksek molekül ağırlıklı kopolimerlerin simanın fiziksel özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir. Kurutulmuş poliakrilik asit ya da kopolimer toz, cam tozla birleştirilmiş ve böylece su ya da tartarik asit karıştırılarak sertleşen cam iyonomer simanları bulunmuştur(187).

Gümüş, altın gibi değerli metaller, basınç ve ısı altında eşit oranda cam tozla birleştirilerek seramik-metal (cermet) simanlar elde edilmiştir. Bu simanlarda toz kısmın basit bir metal cam karışımı olmadığı, metalin camla birleşmiş olduğu belirtilmektedir(111). Gümüş-cermet simanları ortalama 3,5  $\mu$ m boyutlarındaki gümüş tozlarının ısı ve basınç altında camla birleştirilmesiyle bulunmuş ve klinik kullanıma sunulmuştur. Renk uyumlarını arttırmak için ağırlık olarak % 5 oranında titanyum dioksit katılmıştır. Likit kısmını ise poliakrilik asit oluşturur(111).

İki çeşit gümüş-cermet simanı bulunmaktadır. Elle karıştırılan çeşidinde toz ve likit kısmı ayrıdır (Chelon-Silver, ESPE). Diğer çeşidinde ise toz ve likit kısmı bir kapsül içinde bulunur ve vibratörde otomatik olarak karıştırılır (Ketac-Silver, ESPE)(111).

Vibratörde karıştırılan gümüş-cermet simanları abrazyonlara, cam iyonomer simanlarından daha iyi direnç sağlarlar. Eşit süre aşınma testi uygulamasında, vibratörde karıştırılan gümüş-cermet simanlarının, amalgam alaşım ve mikrodolduruculu kompozitlere yakın aşınma gösterdikleri belirtilmiştir. Esneklik dirençlerinin ve esneklik bükülmelerinin, birçok cam iyonomer simanından daha iyi olduğu, fakat amalgam ya da kompozitlerle kıyaslanamayacağı bildirilmiştir(111).

Diğer bir cermet-siman çeşidi de; gümüş alaşım tozun (Lumialloy, G-C international), restorasyon için kullanılan tip II cam iyonomere (orjinal Fuji II, G-C international) katılması ile elde edilmiştir. "Miracle Mix" olarak adlandırılan bu simanın baskı, çekme ve kayma direncini arttırdığı, mikrosızıntıyı ise azalttığı bildirilmektedir(155).

Su; cam iyonmer simanlarının başarısında ve sertleşmesinde tamamlayıcı bir rol oynar. Suyun iki görevi vardır. İlk görevi; bir reaksiyon ortamı oluşturarak, cam tozların çözünmesini, camlardan çeşitli iyonların salınmasını ve bu iyonların hareketini sağlamaktır. İkinci görevi ise; alüminyum polikarboksilat kompleksi bozulmaz bir yapıya ulaştırmaktır(116). Sertleşmiş simanda su iki şekilde bulunur(187): düşük ısıda kurutma ile uzaklaştırılan "serbest (dağınık) su" ve simanın matriks yapısına bağlı olan "bağlı (yapışık) su"dur. Serbest su; geleneksel cam iyonmer simanlarının sertleşmesinin ilk 24 saati boyunca siman tarafından ortamdan alınır. Bu olay, fiziksel özelliklerin azalmasına ve in vivo olarak simanın genişlemesine neden olur(116,187).

Cam iyonmer simanlarının sertleşmesi; polialkenoik asitle, cam toz arasında bir asit-baz reaksiyonu sonucu gerçekleşir. Su, asidik grupların (-COOH) iç hidrojen bağlarını koparır ve bunların camlarla kolayca reaksiyona girmelerini sağlar. Sulu polikarboksilik asitten kaynaklanan H<sup>+</sup> iyonları, cam partiküllerinin yüzeyine girerler(116,157,187). Fluoroalüminosilikat camların H<sup>+</sup> iyonları tarafından saldırıya uğraması sonucu, AlF gibi kompleks iyonlarla birlikte, Ca, Al, Sr gibi basit metal iyonlarda salınır. Sulu siman karışımının pH'sının hızla yükselmeye başlamasıyla polikarboksilik asit daha fazla iyonlaşmaya yönelir ve bu yeni polimerik zincir elektrostatik bir alan yaratır. Bir değerlikli iyonlarla, poliasitin tuzu çok kolay oluşur. Fakat bunun simanın jelleşmesine bir katkısı yoktur. Sertleşme süreci ilerledikçe ortama iki ve üç değerlikli iyonlar egemen olmaya başlar. Bu iyonlar doğal elektrik yüklerinden dolayı, poliasit zinciri üzerinde bir çok karboksilik (-COO) grupla bağ yaparak, çapraz bağlanmayı iletirler. Sertleşmemiş simanda kalsiyum iyon konsantrasyonu, alüminyum iyon konsantrasyonundan daha hızlı yükselir. Bunun nedeni; alüminyum iyonunun üç değerlikli elektrik yükünün, kalsiyum iyonundan büyük olmasıdır. Böylece alüminyum iyonları, iyonik bölgelere, kalsiyum iyonlarından daha yavaş yayılırlar. İki değerlikli kalsiyum iyonları birçok karboksilat grupla bağ yaparak, simanın sertleşmesinden önce, jel kıvamındaki zayıf matriks yapısını oluştururlar(116,187). Asitin camla reaksiyonunun ilerlemesi sonucu, üç değerlikli alüminyum iyonları ortama egemen olmaya baş-



larlar. Bu iyonların kalsiyumla yer değiştirmesi sonucu, daha az çözünlüğe sahip, sert, üç boyutlu bir ağ yapısı oluşur. Böylece 24 saatten daha uzun süren bir olgunlaşma evresi meydana gelir(116,157,187).

Sertleşmiş simanın yapısı; silikojel'le çevrili cam parçacıklarıyla, floridli kalsiyum ve alüminyum poliakrilat içeren bir matriksten oluşmuştur(200).

Hatton ve Brook (1992), tarafından yapılan elektron mikroskobu çalışmasında, cam iyonomer simanın matriksi içinde, silisten oluşmuş bir tabakayla çevrili cam parçacıkları gösterilmiştir(82).

Wasson ve Nicholson (1993), su içeren silika şeklinin, siman matriksi içinde ikinci bir sertleşme reaksiyonu meydana getirdiğini bildirmişlerdir(189). Araştırmacılar, bu ikinci sertleşme mekanizmasının simanın sertleşmesine katkıda bulunduğunu ve basınçlara direnç artışından sorumlu olduğunu vurgulamışlardır(189).

Antonucci ve Stansbury (1989), suda eriyebilen uygun polimerlerin ya tek başlarına ya da polimerize olabilen diğer sistemlerle birlikte cam iyonomer simanlarının içine katılabilirlik olanaklarını incelemişlerdir. Suda eriyebilen polimerlere örnek olarak; poly (ethylene oxide ya da glikol), jelatin, poly (vinly alkol) ve poly (N-vinyl pyrrolidone) gibi sistemleri göstermişlerdir. Araştırmacılar sonuçta oluşan materyalin; iç-içe girmiş bir polimer ağ yapısı içerdiğini belirtmişler ve bu ağ yapısını da asit-baz reaksiyonundaki metal iyon-poliiasit çapraz bağlanmasıyla, monomerlerin çapraz bağlanma reaksiyonlarının bir araya gelmesi olarak tanımlamışlardır(4).

Antonucci ve Stansbury (1989), cam iyonomer simanlara ilave edilen polimer ürünler ve polimerize olabilen sistemlerle daha yüksek dirençler elde edilebildiğini göstermişlerdir(4).

Farklı yaklaşımlarla, iyonomer ve polimer kimyalarından yeni

hibrid materyaller yaratılmıştır(23,79). Bu yaklaşımlar, cam iyonomer simanının likit kısmı üzerindeki değişiklikler olarak görülmüştür. Bu değişiklikler 4 grupta toplanmıştır(79).

**a- Polimerize olabilen monomer/prepolimer'in polialkenoik asitle yer değiştirmesi:** Cam iyonomer reaksiyonu için ihtiyaç duyulan asit ve su çıkarılır. Oluşan materyal kompozit reçinelere daha yakındır. Bu materyal cam doldurucu içermesine rağmen, asitle reaksiyon yapamadığı için hidrofobiktir. Bu grupta yer alan örnekler; Geristore (Den-Mat), Resinomer (Bisko) ve İonoseal (Voco) dır(79).

**B- Polimerize olabilen monomer/prepolimerlerin polialkenoik asite ilave edilmesi:** Bu grupta, serbest radikal mekanizmasıyla polimerize olan monomerler, polialkenoik asitle karıştırılır. Cam iyonomer reaksiyonu için gerekli olan elemanlar yerinde kalır. Poliasit, monomerler ve su, homojen likit kısmını oluştururlar. Bu olay, tipik olarak HEMA gibi hidrofilik monomerlerin kullanılmasıyla başarisılır. Cam doldurucular ve poliasit arasındaki asit-baz reaksiyonu, geleneksel cam iyonomer simanlarındaki kadar kuvvetli değildir(79). Variglass (Caulk/Dentsply), Photac-Fil (Espe-Premier) ve Fuji II LC (GC Cor.) bu grupta bulunur.

**C- Polimerize olabilen polialkenoik asitler:** Serbest radikal mekanizması aracılığıyla sertleşen aktif gruplar ya da polimerize olabilen yan grupların, poliasit zincirine bağlanması ile polikarboksilik asit modifiye edilir. Geleneksel cam iyonomer sistemin elemanları yerlerinde kalırlar. Modifiye poliasit, kaynak poliasitten farklı fiziksel özelliklere sahip olduğu için, diğer polimerize olabilen monomerler likite ilave edilirler. Bu grupta yer alan materyaller; Vitrebond (3M) ve Vitremer (3M) dir(79,185,186).

**D- Asit monomerler:** Polialkenoik asit, asidik polimerize olabilen monomerlerle yer değiştirmiştir. Asit monomerler, hem asit karaktere sahiptir, hem de polimerize olabilen aktif gruplar taşırlar. Kimyasal formülünde suyun yer aldığı ve almadığı olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Suyun yer almadığı gruptaki materyal örneği Dyract (Dentsply)'dir(79).

Hibrid iyonomerlerin sertleşme mekanizması oldukça karışıktır(79). Cam iyonomer simanlarındaki asit-baz reaksiyonu; kendi kendine sertleşme reaksiyonu olarak tanımlanır. Asit ve cam biraraya getirildiğinde, bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulmaksızın reaksiyon başlar. Bir materyal, iki sertleşme mekanizmasını bulunduruyor denildiği zaman, eğer bu madde bir kompozit reçine ise; ışıkla başlayan ve kendi kendine başlayan iki serbest radikal polimerizasyon reaksiyon mekanizmasına sahip bir materyali ifade eder. Eğer bu materyal bir hibrid iyonomer ise asit-baz reaksiyonu ve ışıkla ya da kendi kendine başlayan serbest radikal polimerizasyon reaksiyonunu içeren bir sertleşme mekanizmasını belirtir(79,186). Hibrid iyonomerlerde ışık uygulanmadığında da serbest radikal polimerizasyon reaksiyonunun başlayabildiği bir diğer grup materyal tanımlanmıştır(75,186). Bu maddeler üç sertleşme mekanizmasına sahiptirler. Bu sertleşme mekanizması: 1- kendi kendine başlayan asit-baz reaksiyonu, 2- ışıkla başlayan serbest radikal polimerizasyon reaksiyonu, 3- kendi kendine başlayan serbest radikal polimerizasyon reaksiyonunu içerir(23,75,154,186).

Cam iyonomer simanlarındaki asit-baz reaksiyonu nedeniyle toz kısmını, likit kısımdan ayrı tutmak gerekir. Bu yüzden geleneksel ve tüm hibrid iyonomerler iki bileşenlidir. Bununla birlikte, polialkenoik asitlerin yerinde, asit monomerlerin kullanılması ile elde edilen materyallerde (Dyract) toz ve likit kısmı bir arada bulunur ve bir bileşenli materyaller olarak tanımlanırlar(79).

Hibrid iyonomerler, reaksiyon tiplerine göre de şöyle sınıflandırılırlar(79).

**1- Kendi kendine sertleşme reaksiyonu:** yalnız iyonomer (asit-baz) reaksiyonunu gösterir.

**2- Çift sertleşme reaksiyonu I:** İyonomer (asit-baz) reaksiyonu + görünür ışıkla başlayan serbest radikal polimerizasyon reaksiyonu: Variglass, Photac-Bond, Vitrebond ve Dyract gibi materyaller bu reaksiyonla sertleşirler.

**3- Çift sertleşme reaksiyonu II:** İyonomer reaksiyonu + kendi kendine başlayan serbest radikal polimerizasyon reaksiyonu.

**4- Üç sertleşmeli reaksiyon:** İki, karıştırma ile başlayan iyonomer ve kendi kendine başlayan polimerizasyon reaksiyonu ve üçüncüsü de ışık uygulandığında başlayan serbest radikal polimerizasyon reaksiyonu(79,186). Bu tip sertleşme mekanizmasına sahip materyaller Vitremer ve Fuji II LC'dür.

Hibrid iyonomerlerde ilk sertleşme reaksiyonu bir foto-kimyasal (ışıkla başlayan) polimerizasyondur. Bu materyallerin açık formüllerindeki detaylara bağlı olarak bu ilk sertleşme; ya HEMA'nın poliasitteki yan zincirlerde kopolimerizasyonu ya yan zincirlerdeki aktif grupların homopolimerizasyonu ya da HEMA'nın homopolimerizasyonu sonucu meydana gelir. Daha sonra tipik olarak asit-baz reaksiyonu oluşur. Bu reaksiyon, geleneksel cam iyonomer simanlarındakinden daha yavaştır(23,130,154). Üç sertleşme mekanizmasına sahip materyaller, ışık uygulanmasa da, kimyasal olarak başlayan, polimer sistem ve HEMA'nın serbest radikal metakrilat polimerizasyon reaksiyonuna sahiptirler(23,48,186). Bu reaksiyon suyla aktifleşmiş katalizör redoks gruplarla başlamaktadır. Vitremer (3M)'de bu katalizör redoks grupları potasyum persülfat ve askorbik asit sağlar(48,186).

Metakrilat grupların ışık uygulamasıyla başlayan çapraz bağlanmaları için, suyla karışabilen ya da suda eriyebilen fotoinisiyatlara ihtiyaç vardır. Bu amaçla; aniyonlu difenil iodyum, sodyum p-toluen sülfat gibi tuzlar kullanılır. Ayrıca kamförokinonda genellikle bu sistemlere eklenmiştir(79).

Çift sertleşmeli sistemler (Dual-Cure), ışıkla sertleşen sistemlerde var olan olumsuz özelliklere sahiptirler. Bunlar, sınırlı bir derinlikte ışık yayılmasına izin verirler. Tüm ışıkla sertleşen cam iyonomer simanları metakrilat gruplara sahip olduklarından, ışık yetersizliğinde bu gruplar reaksiyona girmemiş olarak kalırlar. Vitrebond liner/base'a benzeyen sistemlerde, yalnız ince bir tabaka olarak bu materyallerin kullanılması gerek-

tiğinden, ışık yayılması bir sorun oluşturmaz. Bununla birlikte dolgu ya da çekirdek (core) yapımı uygulamalarında, bu büyük bir problemdir(186). Bu nedenle üç sertleşmeli cam iyonomer materyaller geliştirilmiştir. Bu üç sertleşmeli sistemin başarılı olması şu şekilde ifade edilir(75):

- 1- Hibrid reçinenin ışık uygulanarak sertleşmesi, polimerizasyon kontrolünü sağlar ve cam iyonomer simanlarının göreceli olarak yavaş asit baz reaksiyonu sorunu kontrol altına alınır.
- 2- Işığın ulaşamadığı belirli bir derinlikten daha alt bölgelere materyalin yerleştirilmesi, köşe ve undercut olgularında sertleşmeyi, kendi kendine başlayan metakrilat polimerizasyonu sağlar.
- 3- Hibrid iyonomerdeki asit-baz reaksiyonu; cam dolduruculardan fluorür iyonu açığa verilmesi, dişe moleküler bağlanma ve büzülme-genleşme özelliklerinin iyileşmesi gibi avantajları içerir.

Mitra ve Li (1992), Vitrebond'un likit ve toz kısmı karıştırıldığı zaman bir asit-baz reaksiyonunun başladığını ve camların dış tabakalarında ki katyonların bir kalıp gibi davranarak polimerik zinciri yönlendirdiklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bu polimerik zincirin metakrilat gruplarını bir araya getirdiğini ve ışıkla polimerizasyonun daha hızlı ilerlemesini kolaylaştırdığını vurgulamışlardır(121).

Wang ve Mitra (1994), ışıkla ve kendi kendine sertleşme sürelerinin aynı uzunlukta olduğunu bildirmişlerdir(188). Yoshikawa ve ark. (1994) ise, ışıkla serleşen cam iyonomer simanlarında HEMA polimerizasyon reaksiyonunun en az 24 saat devam ettiğini göstermişlerdir(203).

Cam iyonomer-reçinelerin restorasyonlarda kullanılan örnekleri; Geristore, Photac-Fil, Variglass, Fuji II LC ve Vitremer'dir(75).

|                               |                                      |           |                                |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------------|
| Ketac-Fil<br>Fuji II          | Fuji II LC<br>Vitremer<br>Photac-Fil | Variglass | Geristore                      |
| Geleneksel<br>cam iyonomerler | Resin-ionomer                        |           | Fluor açığa veren<br>reçineler |

Cam iyonomer-kompozit reçine arasında bulunan hibrid iyonomerlerin sertleşme mekanizmalarına göre şematik konumlanması.

Sol uçta asit-baz reaksiyonu ile sertleşen geleneksel cam iyonomer simanları bulunur. Sağ uçtaki materyaller, ışıkla sertleşen kompozitlere çok benzerler ve hemen hemen yalnız ışıkla başlayan serbest radikal polimerizasyon reaksiyonu ile sertleşirler. Cam iyonomer-kompozit reçine arasındaki materyallerde; kompozit reçinelerdeki ışıkla başlayan sertleşme reaksiyonu, cam iyonomer simanlarındaki asit-baz reaksiyonu ile birleştirilmiştir. Çeşitli materyallerin özellikleri, bu sürekli dizi üzerinde nasıl yerleştiklerine bağlıdır(23).

Işıkla sertleşen cam iyonomer simanlarının yapısı; 1- poly (akrilik asit) ya da modifiye edilmiş bir poly (akrilik asit), 2- hidroksietil metakrilat (HEMA) gibi ışıkla sertleşen bir monomer ya da poli(akrilik asit) üzerine eklenmiş ışıkla sertleşen yan zincir, 3- iyon açığa veren cam, 4- su'dan oluşur(130).

Cam iyonomer simanlarının diş dokularına kimyasal olarak bağlanması, polikarboksilik asitin COO- gruplarıyla hidroksiapatitin  $Ca^{++}$  iyonları arasında hidrojen iyon köprüleri aracılığıyla gerçekleşir. Ayrıca poliasitteki COO- gruplarıyla, hidroksiapatitdeki fosfat grupları yer değiştirir(187,196). Bu olay, yeni karıştırılmış siman kaviteye yerleştirildiği zaman, ilk asit atakları süresince meydana gelir. Simanın sertleşmesi ve mine-dentin yüzeyinin çözünmesi yerel pH'da bir yükselmeye neden olur. Poliasitin tamponlanması sonucu siman-diş ara yüzeyinde mineral karışımı çökler(187). Bu karışım, sertleşmiş siman-diş ara yüzeyinde bir kalsiyum fosfat/polikarboksilat kristal yapısı gibi hareket eder. Dentinde ise hidrok-

siapatite bağlanmanın yanısıra, dentin kollageninin  $-NH_2$  grupları ile polikarboksilik asitin  $-COO$  grupları arasında hidrojen iyon köprüleri aracılığıyla ikinci bir bağlanma gerçekleşir(196).

Cam iyonomer simanlarının dış yüzeylerini iyi ıslattığı bildirilmiş, hidrojen köprüleriyle oluşan kısmen zayıf bağlanmanın giderek daha güçlü iyonik bir bağlanmaya yol açtığı belirtilmiştir(2). Cam iyonomer simanlarında, cam doldurucu kısımla polimer matriks arasında güçlü bir bağlanma olduğu vurgulanmış ve yapışmalarının bu özelliğe dayandığı ifade edilmiştir. Ayrıca simandaki kohezyon başarısızlığının, bu iki kısım arasındaki yapışma başarısızlığından kaynaklandığı ileri sürülmektedir(2,126). Bunun kanıtının da SEM'de dentin yüzeyinde, çekme testinden sonra gözlemlenen siman artıkları olduğu belirtilmektedir(126).

Cam iyonomer simanlarının bağlanma direnci ölçümünün, aslında simanın kohezyon direnci ölçümü olduğu bildirilmiştir(2).

Cam iyonomer simanın temas ettiği diş yapıları ile arasında iyon değişimi sonucu, siman-diş ara yüzeyinde iyondan zengin bir tabakanın oluştuğu belirtilmiş ve bu tabakanın, ağız ortamında siman-diş yapışmasının sürekliliğini sağladığı ileri sürülmüştür(126). Bu tabakanın gelişmesinin; diş yüzeylerinin uygun şekilde hazırlanmasına, sertleşmiş simanın su dengesinin devamlılığına ve simanın sertleşmesi için gerekli olan süreye bağlı olduğu bildirilmiştir.

Geleneksel cam iyonomer simanlarının yüzey işlemi uygulanmamış mineye bağlanma dirençlerinin  $3-6 MP_A$  olduğu, mine yüzey işlemine tabi tutulduğu zaman ise  $6-7 MP_A$ lık bir değere ulaştıkları açıklanmaktadır(200). Cam iyonomer simanlarının yüzey işlemi yapılmamış dentine bağlanma dirençlerinin  $2-4 MP_A$  olduğu ve dentin yüzey işleminin bağlanma direncini  $4-6 MP_A$ 'ya kadar yükselttiği belirtilmiştir(200).

Hibrid iyonomerlerle, dentin yüzeyi arasında bir iyonik değişim süreci meydana gelir. Hibrid iyonomerlerin tutunmasının geleneksel cam

iyonomer simanlarına benzer şekilde, dentine komşu iyon değişim tabakasının gelişimi aracılığıyla olduğu görülür(154).

Watson (1990), dentin yüzeyine maleik asit uygulanmasının, bağlanma direncini arttırdığını bildirmiştir. Araştırmacı, ışıkla sertleşen bir cam iyonomer kaide simanın yalnız dentine ince bir tabaka halinde uygulanmasını, simanın mine kenarlarına uzanmamasını ve su kaybetmesine izin verilmemesini belirtmiştir(191).

Mc.Caghren ve ark. (1990), ışıkla sertleşen bir cam iyonomer simanın makas kuvvetlere karşı bağlanma direncinin minede 12 MN m<sup>-2</sup>, dentinde ise 9 MN m<sup>-2</sup> olduğunu bildirmişlerdir(110). Araştırmacılar, mine ve dentine en düşük makas bağlanma direncinin, ışıkla sertleşmeden 15 dakika sonra elde edildiğini ve sertleşme reaksiyonunun, ışık uygulamasından sonra tamamen bitmediğini ifade etmektedirler. Ayrıca bağlanma direncinin, klinik koşullarda uzun bir zaman diliminde sürekliliğini koruduğunu vurgulamışlardır(110).

Tam ve ark. (1991), ışıkla sertleşen bir cam iyonomer simanın dan (XR-iyonomer) yüksek oranda kalsiyum salınımını saptamışlardır(171). Araştırmacılar, kalsiyumun adenozin-trifosfat (ATP)'ın aktivitesini ve dolayısıyla sert dokunun mineralizasyonunu arttırdığı için, bu simanın derin dentin çürüğünün tedavisinde olumlu etki gösterebileceğini bildirmişlerdir. Simanın diş dokusuna daha iyi bağlanma göstermesi; simanda asit-baz reaksiyonunun çok yavaş olmasından ve böylece poliakrilik asitin uzun süre reaksiyona girmeden kalmasından kaynaklanmıştır(171).

Hewlett ve ark. (1991), smear tabakasının kaldırılmasının dentin-cam iyonomer simanı bağlanmasında artış yapmadığını açıklamışlardır(83). Araştırmacılar SEM incelemelerinde, daha yüksek poliakrilik asit konsantrasyonlarının (% 40, % 48) daha çok dentin kanal girişi ürettiğini ifade etmektedirler.



Poliakrilik asit, smear tabakasını tamamen eriterek uzaklaştırabilir ve kısmen kanal içinde hala debris birikintileri kalabilir ya da smear tabakası dentinle temas halinde kalır(158). Smear tabakasının çözünmesi; poliakrilik asitin konsantrasyonuna, moleküler ağırlığına ve uygulama süresine bağlıdır(83). Poliakrilik asit hidroksipatit yüzeyinde sadece çözünme yapmaz, aynı zamanda yüzeye absorbe olur(158). Böylece cam iyonomer simanı ve diş yüzeyi benzer çözünürlük parametrelerine sahip olduğundan, güçlü bir etkileşim meydana gelir ve bağlanma direnci yükselir(2).

Sitrik asit gibi yüzey işlem maddelerinin bağlanma direncini geliştirdiği bildirilmiş ve dentin yüzeyinden gerçek mineral kaybı yapmasına rağmen, fosforik asidin bağlanma direncini azaltmadığı, mikromekanik bağlanmanın olası olabileceği belirtilmiştir(158).

Yüzey işlem materyallerinin hibrid iyonomerlerin bağlanmasında, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha önemli rol oynadıkları açıklanmaktadır(57). Hibrid iyonomerlerin, monomer içerikleri nedeniyle dentin yüzeyine tutunmalarının azaldığı belirtilmekte ve yüzey işlemi uygulaması ile dentin içine bağlanma süreçlerinin uzandığı ifade edilmektedir. Bir ışık uygulanması sonucu, polimerizasyonla birlikte bir mikromekanik bağlanmanın oluştuğu ve bu olayın hibrid iyonomerlerin dentine bağlanmasında çok önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır(57).

Bazı dentin işlem maddelerinin, hibrid kaide maddesinin bağlanma direncini geliştirdiği bildirilmiştir. Ayrıca simanın karıştırılması ile ışık uygulanması arasındaki sürenin uzamasının bağlanma direncini azalttığı ileri sürülmüştür(86).

Hibrid kaide materyaller, toza daha fazla likit katılarak karıştırıldığı için viskoziteleri azalır. Böylece materyalin dentin yüzeyini daha iyi ıslatması ve daha büyük bir yüzeyle reaksiyona girmesi sağlanır. Bu nedenle dentine yüzey işlemi uygulamadan kullanılırlar(57).

Hibrid kaide maddelerinin dentine yapışmasında 3 faktörün etkili olduğu belirtilmiştir. İlk olarak materyalin smear tabakası aracılığıyla ve dentin kanalları içine yayıldığı ve mikromekanik kilitlemenin oluştuğu bil-

dirilmiştir. Aynı zamanda dentin üzerinde güçlü, ince bir polimer tabakanın absorpsiyonunun geliştiği ve sonuçta dentinle cam iyonomer simanı arasında bir iyon değişiminin meydana geldiği ileri sürülmüştür(170).

Proado ve ark.(1994) dentin yüzeyine fosforik asit veya poliakrilik asit uygulanmasının, ışıkla sertleşen cam iyonomer simanın (Fuji II LC) dentine makas bağlanma direncinde bir farklılık yaratmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, SEM'le inceledikleri kırık örneklerinin, 2 grup içinde kohezyon başarısızlığını gösterdiklerini vurgulamaktadırlar(140).

Hibrid iyonomerlerin dentine bağlanma dirençlerinin geleneksel cam iyonomer simanlarından daha yüksek olduğu bildirilmiştir(70,90,133,164,170).

Stattmiller ve Burgess (1994), tükürük bulaşmasının, Fuji II ve Fuji II LC'ün bağlanma direncini düşürdüğünü, fakat bunun istatistiksel olarak anlamlılık taşımadığını bildirmişlerdir(164). Yüzey işlemi uygulanmış dentin yüzeyine tükürük bulaştığı zaman, dentinin hafifçe suyla yıkanmasını, yeniden yüzey işlemi yapıldıktan sonra cam iyonomer simanının uygulanmasını önermektedirler(164).

Hinoura ve ark. (1994), üç sertleşmeli bir cam iyonomer-reçine simanının (Vitremmer) kalınlığının artmasıyla, bağlanma direncinin azaldığını bildirmişler, siman karışımı ve dentin primerine ışık verme süresinin artmasıyla, bağlanma direncinin yükseldiğini belirtmişlerdir(85). Araştırmacılar; bu maddenin hem ışık, hem de kendi kendine sertleştiği iddiasına rağmen, simanın bağlanmasının daha çok yeterli ışık uygulamasına bağlı olduğunu vurgulamışlardır(85).

Hava basıncı ile çalışan bir abrazyon aygıtı ile minenin aşındırılmasının bağlanma direncini arttırmadığı, dentinde aşındırmanın bağlanma direncini azalttığı ifade edilmektedir. Mine ve dentinin aşındırmadan sonra yüzey işlemine tabi tutulmasının bağlanma direncini arttırdığı ileri sürülmüştür(10).

Friedl ve ark. (1995), hibrid iyonomerlerin yüzeyel dentine,

derin dentinden daha yüksek bağlanma gösterdiklerini ve nemin bağlanma direncini etkilemediğini açıklamışlardır(70). Araştırmacılar bağlanma direncinin, sadece dentinin yüzey işlemine bağlı olmadığını, aynı zamanda bu materyallerin bileşiminin de etkili olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca başarısızlık tipi örneklerin % 60'ında kohesif tipte görülmüştür(70).

Swift ve ark. (1995), hibrid iyonomerlerin bağlanma dirençlerinin 1,4 MP<sub>A</sub>'dan (Photac-Fil) 12,3 MP<sub>A</sub> (Fuji II LC)'ya kadar bir diziliş gösterdiklerini bildirmişlerdir. Photac-Fil hariç, Fuji II LC ve Vitremer, Vitremer ve Geristore, Geristore ve Vargilass arasında anlamlı bir farklılık saptamamışlardır(170).

Bir hibrid iyonomer olan Photac-Fil'in bağlanma direncinin, istatistiksel olarak geleneksel cam iyonomer simanlarından anlamlı bir farklılık göstermediği bildirilmektedir(70,170).

Cam iyonomer simanlarının kompozit restorasyonlar altında kaide simanı olarak kullanılması estetik restorasyonlarda büyük avantajlar sağlamıştır(88). "Sandwich" tekniği olarak isimlendirilen bu yöntemde; mine dokusu ile beraber cam iyonomer simanın yüzeyine asit uygulanmış ve böylece kompozit restorasyonların tutuculuğu için gerekli retansiyon yüzeyi arttırılmıştır(112).

Geleneksel cam iyonomer simanları ile kompozit reçine arasındaki bağlanma mikromekanik düzeydedir. Cam iyonomer siman yüzeyi içine bir bağlayıcı reçinenin girebilmesi için mikroçukurcuklara ihtiyaç vardır ve fosforik asit uygulamasıyla bu başarılır(200). Kompozit dolguların asit uygulanmış cam iyonomer simanlarına tutunmasının, asit uygulaması yapılmamış simana tutunmasından daha yüksek olduğu bildirilmiştir(112).

Mount (1989), siman yüzeyine orto-fosforik asit uygulanmasından sonra, dentin bağlayıcı maddelerin yüzeyi ıslatma yeteneklerinin arttığını bildirmiştir. Araştırmacı; en fazla bağlanmanın, asit uygulanmasından önce siman yüzeyinin pürüzlendirilmesi ile elde edileceğini belirtmektedir(124).

Hinoura ve ark. (1991), asit uygulanmış cam iyonomer simanı ile kompozit reçine arasındaki tutunmanın, arada bağlayıcı bir madde bulunması durumunda daha iyi olduğunu saptamışlardır(88). Kompozit reçine ile cam iyonomer simanı arasındaki bağlanma direncinin, bağlayıcı maddenin pH'sı ile bağıntılı olduğunu ve bazı asidik dentin bağlayıcı maddelerin (Scotchbond) asit uygulaması yapmaksızın iyi bir bağlanma oluşturacaklarını bildirmişlerdir(88). Ayrıca bağlayıcı maddenin uygulama süresi arttıkça, bağlanma direncinin azaldığı vurgulanmıştır. Araştırmacılar; siman sertleşmesinin erken evrelerinde bir mekanik birleşmenin olduğunu ve simanın olgunlaşması ile asitlere direncin artacağını ifade etmişlerdir(88).

Kimyasal formüllerinde bir uçta karboksil gruplar, diğer uçta metakrilat ünitesi içeren iki farklı reaksiyon grubuna sahip dentin bağlayıcı maddelerin (Pertac Üiversal Bond) kullanılmasının, cam iyonomer simanı ve kompozit reçine arasındaki bağlanmayı arttırdığı bildirilmiştir. Bu maddelerin, metakrilat grupları aracılığıyla kompozit reçinelerle bağlanırken, karboksil gruplarıyla da cam iyonomer simanına bağlanacağı ifade edilmektedir(112).

Hibrid iyonomer kaide materyallerinin kompozit reçineye tutunmasının, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Siman yüzeyinde, oksijen tarafından polimerizasyonu engellenmiş katalizör gruplardan zengin bir tabakanın bulunduğu ve bu tabakanın kompozit reçine ile beraber polimerize olarak bağlanma direncini arttıracakları ileri sürülmektedir(154).

Hibrid iyonomerler, aktif metakrilat gruplar içerdiği için, reçine bağlayıcı maddelerle kimyasal bağlanma oluşturmaları olasıdır(28).

Chadwick ve Woolford (1993), bir hibrid kompozit reçine ile bir hibrid iyonomer kaide arasındaki bağlanma direncinin, bir dentin bağlayıcı madde varlığında (Scotchbond) 21,7 MP<sub>A</sub> olduğunu, geleneksel cam iyonomer simanlarında ise 8,9 MP<sub>A</sub>'lık bir değere ulaştığını bildirmekteler ve bu restorasyonlarda, etkili bir dentin bağlayıcının kullanılmasını önermektedirler(28).

Eğer asit uygulaması 15 sn. ile sınırlı ise, bu siman yüzeyini temizleyecek ve simana zarar vermeksizin mine asitlenecektir. Süre 15 sn.den fazla olursa, siman yüzeyi aşınmaya başlar ve cam iyonmer-kompozit bağlanma direnci azalır(192). Hibrid iyonmerlerin reçine matriksinde yeterli serbest radikal kaldığı için, kompozit reçineye bağlanmada simana asit uygulaması bir kural değildir. Bununla birlikte asit, smear tabakasız temiz bir yüzey üretecek ve simana zarar vermeyecektir(127). Işıkla sertleşen cam iyonmer simanları polimerizasyonla yüksek dirence ulaşırlar ve kimyasal olarak kompozit reçineye bağlanırlar(192). Kompozit reçinenin büzülmesinden kaynaklanan simanın tabakalar halinde ayrılmasını önlemek için, 24 saat cam iyonmer simanının sertleşmesini tamamlaması ve 24 saat sonunda simanın kaide haline getirilerek, üzerine kompozit reçinenin uygulanması önerilir(192).

Kompozit restorasyonlar altında kullanılan cam iyonmer kaide materyallerinin daha düşük toz-likit oranı ile karıştırılmaları durumunda, çekme dirençlerinde azalma görüldüğü bildirilmiştir. Bu nedenle kompozit dolgular altında, cam iyonmer simanlarının restorasyonlarda kullanılan tiplerinin uygulanması önerilmiştir(127).

Işıkla sertleşen bir cam iyonmer kaide materyalinin, amalgam altında kullanılmasıyla elde edilen çekme-bağlanma direncinin  $5 \text{ MP}_A$  olduğu bildirilmiştir. Bu direncin, cam iyonmer-dentin bağlanma direncine eşit olduğu belirtilmiştir(1).

Cam iyonmer reçine restorasyon materyalleri, geleneksel cam iyonmer simanlarından üstün olarak; daha fazla direnç, daha düşük çözünürlük, daha iyi estetik kalite, ışık uygulaması nedeniyle dişe daha iyi yapışma, ışıkla sertleşmeden dolayı polimerizasyon kontrolü, daha kolay klinik kullanım ve endikasyon çokluğu gibi özelliklere sahiptir(48,49,75).

Cam iyonmer simanlarında fiziksel özellikleri etkileyen 4 faktör vardır. Bunlar; cam tozdaki değişiklikler, toz-likit oranı, siman kütlesinin su kaybetmesi ve porözitedir(187).

Üreticilerin önerdiği toz-likit oranında karıştırıldıkları zaman,

cam iyonomer simanlarının basınca ve yapısal çekmeye dirençlerinin literatürde belirtilen değerlere yakın olduğu ifade edilmiştir. Fakat uygulamada, sıklıkla üreticiler tarafından önerilenden daha düşük toz-likit oranında bu materyallerin karıştırıldığı vurgulanmıştır. Bunun da, simanın mekanik özelliklerini azalttığı ileri sürülmüştür(12).

Watson (1990), ışıkla sertleşen bir cam iyonomer kaide simanının (Vitrebond) toz-likit oranının yükseltilmesiyle, polimerizasyon büzülmesinin azaldığını bildirmektedir. Bununla birlikte materyalin kohesiv direncinin azaldığı saptanmıştır(191).

Doğru toz-likit oranında karıştırıldığı zaman, sertleşmiş hibrid iyonomer'deki HEMA oranı % 4,5-6'dır(154). Toz kısmındaki azalma, HEMA kısmının artışına yol açar. HEMA hidrofilik olduğu için su alınımında bir artış olur ve siman bir hidrojele benzer şekilde su içinde genişler. Böylece siman fiziksel özelliklerinde bir azalma ve basınç altında plastik şekil değişikliği meydana gelir(130).

İdeal toz-likit oranı olarak, mümkün olduğu kadar çok tozun likitte karıştırılması, fakat materyal yoğunluğunun enjekte edebilecek kıvamda olması gerekir(154).

Fuji II LC'ün standart toz-likit oranının 3.0/1 olduğu belirtilmiş ve 1.5/1 toz-likit oranında en düşük esneklik direncini gösterdiği, 3.5/1 toz-likit oranında ise en yüksek esneklik direncine ulaştığı bildirilmiştir. Vitremer için standart toz-likit oranının 3.5/1 olduğu bildirilmiş ve 3.0/1 toz-likit oranında en büyük esneklik direncine sahip olduğu ifade edilmiştir(23).

Hibrid iyonomerlerin, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha düşük basınca karşı direnç modülüne sahip oldukları bildirilmiştir(3).

Tam ve ark.(1991), cam iyonomer reçine materyallerinin, basınca karşı direnç ve elastisite modülü değerlerinin, kompozit reçinelerden daha düşük olduğunu göstermişlerdir(171).

Mitra ve Kedrowski (1993), çekirdek (core) yapımında kullanılan materyallerin, Variglass dışında, basınca ve yapısal çekmeye dirençlerinde, 24 saatten 1 haftaya kadar artış saptamışlardır. 1 haftadan sonra ise bu dirençlerde bir azalma kaydetmediklerini belirtmişlerdir(120).

Hibrid iyonomerlerin kaide olarak ve restorasyonlarda kullanılan çeşitlerinin, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha büyük esneklik direnç özelliklerine sahip oldukları bildirilmektedir(123).

Cattani-Lorente ve ark.(1994), su içinde sertleşmeye bırakılan cam iyonomer simanlarının dirençlerinin, 24 saat ve 12 ay sonra benzer olduklarını göstermişlerdir(26).

Mitra ve Conway(1994), iki geleneksel cam iyonomer simanın (Ketac-Silver ve Miracle-Mix) ve bir hibrid iyonomer (Vitremmer)'in ısı genleşme katsayılarının, diş yapılarına çok yakın olduğunu açıklamışlardır. Variglass cam iyonomer-reçinenin ısı genleşme katsayısı, kompozit reçineye çok yakın bulunmuş ve Fuji II LC cam iyonomer reçine ise, kompozit reçine ile iki geleneksel cam iyonomer simanının arasında bir değer göstermiştir(119).

Cardenas ve Burgess (1994), geleneksel cam iyonomer simanlarının, hibrid iyonomerlerden daha düşük ısı genleşme katsayılarına sahip olduklarını göstermişlerdir(25).

Işıkla sertleşen cam iyonomer-reçine restorasyon materyalleri; % 80 cam iyonomer ve % 20 ışıkla polimerize olan reçinenin bir bileşimidir(49). 30-60 sn. görünür ışık verildiğinde ilk sertleşme tamamlanır ve sertleşmiş siman içinde cam iyonomer reaksiyon devam eder. Reaksiyon bittiğinde ise fiziksel özellikler en yüksek dereceye ulaşır. Ayrıca hibrid iyonomerlerde, cam iyonomer matriks ile reçine matriksin bağlanması sonucu iç içe girmiş bir ağ yapı oluşur. Bu yapı, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha güçlü mekanik özellikler sağlar(130).

Cam iyonomer simanının matriksi ve silikajel, sertleşme reaksiyonu sonunda hidrate olmuştur. Uygun bir yüzey örtücüsü ile örtülmezse yüzey, görünümündeki bozulmayla birlikte kurumaya eğilim gösterir(187). Cam iyonomer simanlarının sertleşmeden 5 dakika sonra katı ve sert görünümde olmalarına rağmen, tamamen sertleşmeleri için 24 saate ihtiyaçları vardır. Tamamen sertleşmeden önce, bu 24 saatlik süre boyunca su alabilirler ve klinik başarısızlık riskini yükselterek materyali tehlikeye sokarlar(107,157,187).

Çok düşük viskoziteli ışıkla sertleşen bağlayıcı maddelerin, sertleşme reaksiyonunun ilk 60 dakikasında, suyun cam iyonomer simanlarından dışarı çıkışının engellenmesinde etkili oldukları belirtilmiştir(56). Işıkla sertleşen bağlayıcı maddeler ve cila materyalleri 24,48 saat ve 7 günlük zaman aralıklarında, su geçirgenliğini azaltmada, laklardan daha etkili bulunmuştur. Bu materyallerin klinik kullanımları, su geçişine karşı etkili bir koruma sağlamış, cam iyonomer simanlarının şeffaflık ve fiziksel özelliklerini arttırmıştır(92,102,125,127).

Kimyasal olarak (kendi-kendine) sertleşen dentin bağlayıcı maddelerin, cam iyonomer simanlarından su akışını kontrol etme yeteneğine sahip olmadıkları ileri sürülmüştür(56).

Çift sertleşmeli (dual-cure) hibrid iyonomerler hemen su alınımına dirençli oldukları için, kaviteye uygulandıktan sonra suya karşı korunmaya ihtiyaç göstermezler(127) ve resin ağı, simana su girişini azaltır(154). Bununla birlikte, 10-15 dakika hava uygulanırsa yavaşça kurumaya başlarlar(127).

Mitra (1991), ışıkla sertleşen bir cam iyonomer simanının sertleşmeden hemen sonra ve suda 24 saat, 1 hafta, 1 ay ve 7 ay bekletildikten sonra basınca ve yapısal çekmeye dirençlerin de anlamlı bir farklılık saptamıştır(117).

Cam iyonomer simanlarında su emiliminin, sertleşme gerilimleri



üzerinde hafifletici bir etkiye sahip olduğu belirtilmiş ve böylece cam iyonomer simanlarının adesiv-kohesiv yapılaşmalarının sürekliliği üzerinde koruyucu bir etki gösterdiği ifade edilmiştir. Su alınımına bağlı gerilim azalmasının, ışıkla sertleşen cam iyonomer simanlarında (3-6 MP<sub>A</sub>), geleneksel cam iyonomer simanlarına (0,5-2 MP<sub>A</sub>) oranla daha fazla olduğu bildirilmektedir(61).

Woolford (1989), cam iyonomer kaide materyallerinin, sertleşmenin ilk 60 dakikası boyunca yüzey pH değerlerinde farklılaşma sergilediklerini belirtmiştir. Araştırmacı, ışıkla sertleşen bir cam iyonomer kaide materyalinin en yüksek yüzey pH'sına sahip olduğunu bildirmiş ve yüzey pH'sının toz-likit karışımına bağlı olduğunu, az yoğun karışımın düşük yüzey pH'sı gösterdiğini ifade etmiştir(201).

Bir gümüş-cermet simanının yüzey topoğrafisi ve ince yapısının incelendiği bir çalışmada, materyal içinde mikroçatlakların oluştuğu, bu çatlakların cam parçacıklarla matriks arasındaki yüzey boyunca uzandığı gösterilmiş ve aynı boyutlara sahip çukurcuklar saptanmıştır(169).

En ideal yüzey, cam iyonomer simanının sertleşmesi matriks altında tamamlandığı zaman meydana gelir. Simanın ilk sertleşmesinden sonra fazla cam iyonomer simanı bitirme işlemleri ile kaldırılır(35). Döner aletlerle büyük parçalar kaldırılarak siman yüzeyinin düzleştirilmesi, yüzeyin kalitesini azaltır. Siman sertleştikten sonra kenarlar keskin el aletleriyle düzleştirilir, yüzeye, su alınımını önlemek için koruyucu bir madde uygulanır ve yüzeye başka bir işlem yapılmaması önerilir. Hasta tekrar çağrıldığında, bitirme işlemi döner aletlerle ve en ince aşındırıcılarla yapılır. Kupa şeklinde lastik aşındırıcılarla cam iyonomer simanlarının cilası tamamlanır ve tüm bu işlemlerin asla kuru şartlar altında yapılmaması önerilir(35).

Hibrid iyonomerlerde, ışık uygulamasından hemen sonra yüzeyin bir el aleti ile kazınabildiği, 24 saat sonra yüzeyin amalgam kadar sert hissedildiği, 3.5 ayda ise iyi bir renk uyumu ve kenar bütünlüğü sağlandığı

belirtilmektedir(43).

Hibrid iyonomerlerin yüzey sertliğinin, geleneksel cam iyonomer simanları ve kompozit reçinelerden daha düşük olduğu açıklanmış ve bunların yüzey mikrosertliğinde, sertleşmeden hemen sonra çok az değişiklik olduğu bildirilmiştir(101). Bu nedenle hibrid iyonomerlerde bitirme işleminin, ışık uygulamasından sonra hemen yapılması önerilmiştir(101). Matriks çıkarıldıktan sonra, orta-yüksek devirde ve hava-su soğutması altında, çok ince grenli elmas cila frezleri ile şekillendirmenin ve cila işleminin yapılması vurgulanmıştır. Ayrıca şerit şeklindeki 2 cila serisinin bu işlem için ideal olduğu belirtilmiştir. Geleneksel cam iyonomer simanlarında bitirme işleminin 15 dakika sonra yapılması vurgulanmakta ve bu sürede simanın, ideal yüzey sertliğinin % 40-45'ine ulaştığı belirtilmektedir(101). Diğer taraftan simanın tamamen sertleşmesine olanak sağlamak için, bitirme işleminin 7 gün geciktirilmesi önerilmiştir(127). Bu sürede istenen renk uyumunun sağlandığı ve sandwich tekniğine ihtiyaç olup olmadığına karar verilebileceği ifade edilmiştir(125,127).

Diğer taraftan Matis ve ark.(1991), 15 dakika ve 24 saat sonra cila işlemi yapılan cam iyonomer restorasyonlarının klinik performansları arasında 5 yıl sonunda bir farklılık olmadığını açıklamaktadırlar(109).

Bir quartz halojen fiberoptik ışık kaynağı ya da infrared lambayla cam iyonomer siman yüzeyinin sıcaklığının 60°C'ye yükseltilmesinin, simanın erken yüzey sertliğini arttırdığı belirtilmiştir. 24 saat sonra ısı artışı, uygulanmamış simanla karşılaştırıldığında bu artışın anlamlı olduğu bildirilmiştir. Cam iyonomer simanının matriks oluşumunun ısı ile hızlandığı ileri sürülmüştür(202).

Conn ve ark.(1994), su altında bitirme yerine, hibrid iyonomerlerin bitirilmesi işleminin, doldurucu içermeyen bir reçine ile yapılması ve cilalanması halinde, Vitremer ve Fuji II LC'ün renk uyumunun arttığı belirtilmiş, Photac-Fil'in ise etkilenmediği gösterilmiştir(33).

Hibrid iyonomerler, in vitro hızlı olgunlaşmaya bırakıldıkları zaman renk değişimine elverişli oldukları ve bu materyallerin en koyu renklerinin, en büyük renk değişimini sergiledikleri saptanmıştır(52).

Aşındırıcılarla profilaksi işleminin, bir hibrid kompozit reçineye oranla hibrid iyonomerleri daha çok aşındırdığı açıklanmaktadır(11).

Hibrid iyonomerlerin doldurucu içermeyen bir reçine ile örtülmesi, fluorür iyonu açığa vermelerini azaltır ve flourür iyonu almalarını engeller. Diğer taraftan yüzeydeki küçük boşlukları ve bozulmaları kapatarak, restorasyonun yiyecek ve içeceklerden kaynaklanan boya renklerinin bozulmasını önler(23,154).

Kompozit reçinelere oranla cam iyonomer simanlarında büzülme artışının yavaş olması, bu simanların olumlu bir özelliğidir ve sertleşmenin % 40 ile 50'si ilk 10 dakika boyunca meydana gelir(60). Simanın ağız likitlerinden su alması, son sertleşme aşamasında, simanın içinde meydana gelen gerilimlerin azalmasına neden olur. Sertleşme boyunca akıcılık ve bağlanma direnci artışı devam eder(60).

Graver ve ark. (1990), cam iyonomer simanları ile yapıştırılmış kuronlar altında anlamlı bir sızıntı saptamadıklarını, çinkooksit öjenol simanı ile yapıştırılmış kuronlarda ise belirgin mikrosızıntı gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, cam iyonomer simanlarına bağlı aşırı duyarlılığın, mikrosızıntıyla ilişkili olmadığını ifade etmişlerdir(77).

Mathis ve ark. (1990), dişeti sınırı dentinde sonlanan 5. sınıf kaviteelerde, kompozit dolgu altına konulan bir cam iyonomer kaide simanının, kaviteelerin dişeti duvarındaki sızıntıyı azalttığını saptamışlardır(108). Araştırmacılar, dentinin simanla örtülmesi sonucu kaviteye yerleştirilen kompozit miktarının daha az olduğunu, böylece polimerizasyon büzülmesine bağlı etkilerin azaldığını ve bu nedenle daha düşük mikrosızıntı değerleri elde edildiğini ifade etmişlerdir(108).

Kavitenin gingival kenarının minede ya da sement-dentinde bulunması halinde, Miracle Mix'in, Ketac-Silverdan daha üstün örtme gösterdiği, cam iyonomer-kompozit ara yüzeyinde ise iki materyal arasında bir fark bulunmadığı bildirilmiştir. Sement-dentin kenarındaki mikrosızıntının, minede sonlanan gingival kenardan daha yüksek olduğu belirtilmektedir(89).

Övrebö ve Raadal (1990); fissürlerin bir cam iyonomer simanı ile örtülmesinden sonra, siman ve mine ara yüzeyinde, tüm materyal boyunca geniş mikrosızıntı saptamışlardır(131).

Watson (1990), ışıkla sertleşen bir kaide materyalinin mineye uzanması halinde, mine kırığı riskinin gözönüne alınması gerektiğini ve bunun da, simanın polimerizasyon büzülmesiyle birlikte iyi yapışma özelliğinden kaynaklandığı belirtilmektedir(191).

Cooley ve Barkmeier (1991), yaptıkları bir çalışmada ışıkla sertleşen cam iyonomer kaide simanlarının (Vitrebond, XR-iyonomer, Zionomer) bağlanma dirençleri ve mikrosızıntılarını incelemişler ve elde ettikleri sonuçları fluorür iyonu açığa veren bir kompozit reçine (Time-Line) ile karşılaştırmışlardır(34). Vitrebond'un 24 saat sonunda gösterdiği bağlanma direnci, 7 gün sonunda daha da artmış, diğer test materyallerinin bağlanma direnci ise azalmıştır. Ayrıca Vitrebond 24 saat ve 7 günde en yüksek bağlanma direnci ve en düşük mikrosızıntı değerlerini göstermiştir. Yine test edilen bu materyaller içinde sadece Vitrebond, bağlanma direnci ve mikrosızıntı sonuçları arasında belirgin bir ilişki sergilemiştir. SEM incelemeleri ise, mikrosızıntı değerlendirilmesiyle uygunluk göstermemiştir. En az mikrosızıntı değerlerini gösteren Vitrebond ve XR-iyonomer'de en geniş büzülme boşlukları gözlenmiştir(34).

Crim (1993); ışıkla sertleşen iki hibrid iyonomer (Variglass VLC ve Fuji II LC) ve bir geleneksel cam iyonomer simanı (Fuji II)'nın, mine ya da dentin ara yüzeyinde mikrosızıntı oluşturmadıklarını göstermiştir. Araştırmacı, Variglass ile yapılan restorasyonlardaki mine çatlaklarının, minenin eğilendirilmesi ile önlenebileceğini vurgulamaktadır(39).

Hibrid iyonomerlerin diş yüzeylerini uygun olarak ıslatması, mikrosızıntıyı engelleyen bir faktördür. Bu faktör, simanın viskozitesi, cam tozun parçacık boyutları, yüzey işlemi, likitin sulandırılması ve toz-likit oranının bir fonksiyonudur(39). Hibrid iyonomerlerin, geleneksel cam iyonomer simanlarına oranla düşük su oranı, sızıntıyı engelleyen diğer etkenlerdir. Ayrıca zamanla yapışması artan cam iyonomer simanlarına kıyasla hibrid iyonomerlerin hemen dentine yapışması, mikrosızıntıyı azaltan bir diğer faktördür(154).

Hinoura ve ark. (1992), cam iyonomer-reçine kaide materyallerinin 12 saate kadar bzlmelerini sürdürdüklerini ve ışık uygulama sresiyile, bu büzülmenin arttığını belirtmişlerdir(87).

Irie ve ark. (1992), ışıkla sertleşen cam iyonomer simanlarının kenar aralıklarının, hidroskopik genleşme sonucu azaldığını bildirmektedirler(96).

Sidhu ve Watson (1994), ışıkla sertleşen cam iyonomer restorasyonlarının ara-yüzey bölgelerinde, dentin kanallarından alınan sıvıya geçirgen şekilsiz ve zayıf bir tabaka saptamışlardır(153). "Absorbsiyon tabakası" olarak adlandırdıkları bu oluşumun, polimerizasyon sonucu, simanın büzülmesini dengeleyerek restorasyonun bütünlüğünü sağladığını belirtmişlerdir(190). Ayrıca kohesif kopmanın yaygın olarak bu tabakada gözlendiğini ifade etmektedirler(153).

Ewoldsen ve ark. (1994), hibrid iyonomerlerin fissürlere çok iyi girdiklerini ve kompozit reçinelere eşit örtme kapasitesine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Araştırıcılar Fuji II LC'n diş fırçası aşındırmalarına, Vitremer'den daha büyük direnç sergilediğini ifade etmişlerdir(58).

Cam iyonomer simanları, inkofosfat ve polikarboksilat simanlarından daha yüksek direnç ve tutuculuk özelliklerine, daha düşük çözünürlüğe sahiptir(141).

Cam iyonomer simanların erozyon oranı, karıştırılmalarından sonra zaman ilerledikçe azalır. Fakat ilk 5-10 dakika içinde erozyona büyük bir eğilim gösterirler. Cam iyonomer simanlarının asitlere maruz kalması sonucu, simanın matriks yapısında bulunan iyonları tamamen asit solüsyona geçer ve erozyon meydana gelir(187).

Um ve Qilo (1992), ışıkla sertleşen cam iyonomer simanın karıştırıldıktan 3,5,7 ve 10 dakika sonra su ile temasında, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha az yüzey çözünürlüğü gösterdiğini bildirmişlerdir(180).

Hibrid iyonomerlerin aşınma direnci geleneksel cam iyonomer simanlarından üstün olmasına rağmen(154), kompozit reçinelerden daha düşüktür(38).

Cam tozun yüksek florür içeriği nedeniyle cam iyonomer simanlarının matriksinde de florür düzeyi yüksektir. Simanın matriks yapısına bağlanmamış florür kısmı, suyla yıkama sonucu elde edilebilir ve daha sonra ağız ortamına geçer. Bu iyonlar siman matriksinin şekillenmesine katılmadıkları için, açığa salınmaları siman için zararlı olmaz(187).

Cam iyonomer simanlarının bir florür deposu olarak hizmet ettiği ve uzun bir süre boyunca yavaş olarak florür iyonu açığa veren bir sistem gibi davrandığı belirtilmiştir(24,66,67,81,104).

Forsten (1990), cam iyonomer simanlarının florür iyonu açığa vermelerinin zamanla azaldığını ve 2 yıllık bir süre boyunca sabit bir düzeye ulaştıklarını bildirmektedir(66).

Hörsted-Bindslev ve Larsen (1990), cam iyonomer simanlarının etrafındaki florür iyon konsantrasyonunun, 15 dakika sonra 2-3 ppm ve 45 dakika sonra ise 3-5 ppm olduğunu saptamışlardır. En yüksek florür iyon konsantrasyonunun 24 saat içinde elde edildiğini ve 15-21 ppm olduğunu açıklamışlardır. Araştırmacılar, florür iyon konsantrasyonunun zamanla azaldığını ve cam iyonomer simanlarının florür iyonu açığa vermelerinin,

simanın bileşimine bağlı olduğunu bildirmişlerdir(93).

De Schepper ve ark. (1991) cam iyonomer simanlarının ilk 24 saatte kümülatif toplam fluorürün büyük bir kısmını açığa verdiklerini (% 27'den % 49'a kadar) ve 24 saatten 48 saate kadar açığa verilen fluorür iyon miktarında hızlı bir düşüş olduğunu göstermişlerdir(54).

Mitra (1991), ışıkla sertleşen bir cam iyonomer kaide materyalinde (Vitrebond), ışıkla sertleşmenin fluorür iyonu açığa verme oranını etkilemediğini bildirmiştir. Fluorür iyonlarının dentine yayılmasının 100  $\mu$  veya daha fazla olduğunu ve dentinle önemli fluorür iyon bileşimi gerçekleştirdiğini belirtmiştir(118). Araştırmacı, açığa verilen fluorür iyon miktarının, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha yüksek olduğunu ve simanın direncini olumsuz yönde etkilemediğini ifade etmektedir(118).

Cao ve ark.(1994), 4 ay boyunca geleneksel cam iyonomer simanlarının en fazla fluorür iyonu açığa verdiklerini açıklamışlardır. Fluorür iyonu açığa verme miktarının, hibrid iyonomerlerde orta düzeyde ve kompozit reçinelerde ise en düşük düzeyde olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, bu materyallerden fluorür iyonu açığa verme miktarının başlangıçta yüksek olduğunu, daha sonra başlangıçtaki miktara göre gittikçe azaldığını (1 hafta ya da 2 hafta) ve haftalar boyunca yavaş düşüşle devam ettiğini belirtmişlerdir. Fluorür iyonu açığa vermede, maddenin kimyasal yapısının önemli olduğunu vurgulamaktadırlar(24).

Vitremer isimli hibrid iyonomerde kullanılan ve ışıkla sertleşen primerin, fluorür iyonu açığa verilmesini ve simandan dentin yüzeyine bu iyonların geçişini engellemediği bildirilmektedir(23).

Lokal florid uygulaması boyunca, fluorür iyon konsantrasyonu restorasyon dışındaki ortamda, restorasyon içindekinden fazla olduğu zaman, cam iyonomer simanlarının fluorür iyonu alma kapasitesine sahip oldukları gösterilmiştir. Başlangıçta hızlı fluorür iyonu açığa verilmesinden sonra, süre ilerledikçe açığa verilen fluorürün azaldığı ve uzun sürede

(2 yıl) sabit bir düzeyde ulaştığı ifade edilmektedir(67).

Hatibovic-Kofman ve Koch(1991), cam iyonomer simanlarının, floridli diş macunlarından fluorür alma kapasitesine sahip olduklarını ve floridli diş macunu uygulamasından sonra, fluorür iyonu açığa vermelerinin arttığını göstermişlerdir. Cam iyonomer simanlarının yeniden fluorürle dolabilen, yavaş fluorür iyonu açığa veren bir sistem gibi hareket ettiklerini ifade etmişlerdir(80).

Floridli jel uygulamasının, sertleşmesini tamamlamış cam iyonomer simanlarının fluorür iyonu açığa vermeleri ve antibakteriyel özellikleri üzerinde, floridli diş macunlarından daha etkili olduğu bildirilmektedir(151).

Hatibovic-Kofman ve ark.(1994), hibrid iyonomer kaide simanlarının, tekrarlayan fluorürlü solüsyon uygulamaları sonucu, fluorür iyonlarını alma kapasitesine sahip olduklarını göstermişlerdir(81). Araştırmacılar, cam iyonomer simanlarının fluorür içeriğinin ve fluorür iyonları almalarını sağlayan solüsyonun fluor konsantrasyonunun, simanın çürük durdurma potansiyelini belirleyeceklerini ifade etmektedirler(81).

Geleneksel ve hibrid cam iyonomer yüzeyine lokal florid uygulamasının yüzeyde pürüzlülük meydana getirdiği bildirilmiştir(23). En az yüzey pürüzlülüğünü nötral florid solüsyonunun oluşturduğu, asidik fosfat florid solüsyonunun ise en pürüzlü yüzeye neden olduğu ve hibrid iyonomerlerin yüzey bozulmasına, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha fazla direnç gösterdikleri ifade edilmiştir(23).

Koch ve Hatibovic-Kofman (1990), cam iyonomer restorasyonlarından sonra tükrükte fluorür iyonu konsantrasyonunun arttığını göstermişlerdir. Süre arttıkça fluorür iyonu açığa verilmesinin azaldığını, fakat 6 hafta sonra bile fluorür iyonu konsantrasyonunun, cam iyonomer restorasyonsuz tükrük fluorür değerlerinden 10 kat fazla olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, tükrükteki streptokoküs mutans yaygınlığının da azaldığını



belirtmektedirler(104).

Tutuculuğu sağlamak amacıyla, ortodontik apereylerin cam iyonomer simanlarla yapıştırılmasını takiben, 4 hafta sonra bile tükürük içine fluorür iyonu verildiği bildirilmektedir. Bu yavaş fluorür iyonu açığa verilmesinin, çürüğe eğilimli komşu mine üzerinde yerel çürük durdurucu bir etki gösterebileceği belirtilmektedir(78).

Rezk-Lega ve ark. (1991), fosfat ve protein varlığının, fluorür iyonu açığa verilmesini azalttığını, tükürük içinde bekletilmiş geleneksel cam iyonomer simanlarından su içine fluorür verilmesinin, pH 7'den 4,5'a indiğinde arttığını göstermişlerdir. Araştırmacılar, simandan tükürüğe verilen fluorür iyonlarının, tükürük ve plaktaki  $Ca^{++}$  iyonları ile etkileşime girmelerinin ve  $CaF_2$  oluşmasının mümkün olabildiğini ifade etmektedirler(144).

Cam iyonomer simanları zaman içinde fluorür iyonları açığa verdikleri için, dolgu-diş arasındaki yüzeyde bakterilerin metabolizmalarını engellerler ve bu şekilde antibakteriyel bir özellik gösterirler(167,168).

Cam iyonomer simanının üzerinde gelişmiş bakteri plağındaki fluorür düzeyinin, kompozit reçinelerdeki plaktan daha yüksek olduğu gösterilmiş ve fluorürün plaktaki streptokoküs mutans düzeyini etkilediği saptanmıştır. 14 günlük aralıklarla 3 kez yapılan plak biriktirmelerinde fluorür düzeyi ölçülmüş ve en yüksek fluorür düzeyini 1. biriktirmenin gösterdiği, 2. ve 3. biriktirmelerde fluorür miktarının azaldığı belirlenmiştir(64). Diğer taraftan 1 yıllık cam iyonomer dolgulara saptanan bakteri sayısının, kompozit reçine ve mine yüzeylerindeki bakteri sayısı ile karşılaştırılması sonucu anlamlı bir farklılık bulunmadığı bildirilmektedir(183).

Cam iyonomer simanlarının önemli miktarda fluorür iyonu açığa verdikleri ve *in vitro* olarak komşu minenin demineralizasyonunu önledikleri açıklanmıştır(65). Bir gümüş-cermet simanının (Ketac-Silver), geleneksel cam iyonomer simanlarından (Ketac-Fill ve Fuji II) daha az fluorür iyonu açığa verdiği bildirilmiş ve demineralizasyonu önlemede geleneksel cam

iyonomer simanlarının daha etkili olduğu ifade edilmiştir(65).

Cam iyonomer simanlarının yüksek çürük tehdidi olan durumlarda bile restorasyona komşu minede çürüğün oluşmasına ve ilerlemesine müdahale ettikleri, kompozit reçinelerin ise bitişik minedeki yüzeysel çürüklerin gelişimini önleyemedikleri bildirilmektedir(152). Cam iyonomer simanının etrafındaki minede fluorür alımının daha yüksek, mineral kaybının daha düşük olduğu(9) ve geniş bir antikariyojenik etkiye sahip oldukları, bu nedenle yüksek çürük riskine sahip hastalarda, sekonder çürüklerin önlenmesi amacıyla kullanılmaları önerilmektedir(9,152).

Tyas (1991), 5 yıl sonra 5. sınıf kavitelerdeki cam iyonomer simanlarının % 1'inde, kompozit restorasyonlarının ise % 6'sında çürük saptadığını ve kompozit restorasyonlar etrafındaki kenar boyanmasının, cam iyonomer restorasyonlardaki boyanmanın 2 katı olduğunu bildirmiştir(177).

Cam iyonomer simanla örtülmüş fissürlerin, makroskopik siman kaybindan sonra bile demineralizasyona, örtülmemiş fissürlerden daha dirençli oldukları bildirilmiştir. Bunun, cam iyonomer simanından ve fissür tabanında kalan artık simandan açığa verilen flourür iyonlarından kaynaklanabileceği ileri sürülmektedir(150).

Weerheijm ve ark (1993), bir cam iyonomer simanının çürük üzerindeki örtme etkisini klinik ve bakteriyolojik olarak inceledikleri çalışmalarında, çürük dentinin tamamen kaldırılmasına gerek olmadığı sonucuna varmışlardır(193).

## CAM İYONOMER SİMANLARININ KLİNİK KULLANIMLARI

Cam iyonomer simanlarının sınıflandırılmasında; Tip I yapıştırma simanını, Tip II restorasyon materyalini ve Tip III hızlı sertleşen kaide simanı ve fissür örtücüyü belirtmektedir(112).

Cam iyonomer simanları; servikal abrazyon ve erozyon lezyonlarında, düşmesi yaklaşmış süt dişlerinin restorasyonlarında, I., III. ve V. sınıf kavitelere, fissür örtücü olarak, kompozit dolgular altında, kuron restorasyonları için çekirdek yapımında ve çürük riski yüksek hastalarda kuron ve inleylerin yapıştırılmasında kullanılmaktadır. Ayrıca retrograd kök dolgusu olarak, gelecekte veneer kuron yapılması tasarlanan hastalarda geçici restorasyon yapımında, over-denture için kök yüzeylerinin kapatılmasında ve kuron kenarlarındaki defektlerin tamirinde de kullanılabilceği bildirilmiştir(107,112,113,178,187).

Cam iyonomer simanları süt dişlerinde; restorasyon maddesi, yapıştırma simanı ve kaide materyali olarak kullanılmaktadır(41).

Cam iyonomer simanlarının; mine ve dentine kimyasal bağlanma, diş yapılarına benzer ısı genleşme katsayısı ve biyolojik uygunluk, kapsül içinde karıştırılan sistemlerde yeterli uygulama süresi ve kullanım kolaylığı, fluorür iyonu açığa verilmesi, renk uyumu, enjektör ile uygulama kolaylığı, sertleşmiş simanın ağız likitlerinde çözünmezliği, basınçlara karşı yüksek direnç ve kompozit reçine ile üstün mikromekanik bağlanma gibi özelliklere sahip oldukları bildirilmektedir(41,43).

Cam iyonomer simanlarının sahip olduğu olumsuz özellikler; aşınma ve kırılmaya direncin azlığı, suya ve kurumaya eğilim, renklerinin kompozit reçinelerdeki renkler kadar iyi olmaması ve 4-6 dakikalık kısa sertleşme süresi olarak belirtilmiştir(41).

Hibrid iyonomer simanları günümüzde; I., III. ve V. sınıf kavite-lerin restorasyonlarında, abrazyon lezyonlarında, süt dişlerindeki I. ve II. sınıf kavitelere, kuron onarımlarında, kuron restorasyonu için çekirdek yapımında, kuron için restore edilen dişlerdeki mikroçukurcukların doldurulmasında, fissür örtücü ve kaide materyali olarak kullanılmaktadır(75,127).

Gümüş-cermet simanları, amalgama benzer radyoopaque ve diğer cam iyonomer simanlarından daha büyük aşınma direnci gibi üstün özelliklere sahiptirler(41). Diğer taraftan açık gri renginin estetik olmaması, kırılma direncinin az olması ve buna bağlı olarak oklüzal gerilimlerin yoğun olduğu bölgelerde kullanım sınırlılığı gibi olumsuz özelliklere sahiptirler(41,178).

Cermet simanları; düz yüzey restorasyonlarında, kuron için çekirdek yapımında, süt dişlerinin restorasyonlarında, aproksimal lezyonların restorasyonunda, kök çürüklerinin tedavisinde, defektli kuron kenarlarının tamirinde, düşmüş kuron altındaki çürüklerin tedavisinden sonra kuronun tekrar yapıştırılmasında, retrograd kök dolgusu olarak, açılmış bifurkasyon bölgesinin örtülmesinde, fissürlerin doldurulmasında ve kaide materyali olarak kullanılmaktadır(111,113).

Cam iyonomer kaide materyalleri; gümüş amalgamlar altında, sandwich restorasyonlarda ve kırılmış diş kısımlarının tekrar bağlanmasında kullanılır(41,43).

Işıkla sertleşen bir cam iyonomer kaide materyalinin (Vitrebond) kırılmış dişlerin acil tedavisi için ideal olduğu bildirilmiştir. Kırık sonucu, yeni açılmış dentin kanallarının hızla örtülmesini sağladığı ve çabuk sertleşen bir yapıştırma maddesi gibi davranarak, kırık mine bölümlerinin hemen bağlanmasını sağladığı belirtilmiştir(41).

Hibrid iyonomerlerin 0.5 mm kalınlıkta kaide astarı olarak kullanıldıkları ve kalınlık 2 mm.yi geçtiğinde kaide olarak kullanılan bu simanların kırılmaya eğilim gösterdikleri ifade edilmektedir(75).

Cam iyonomer yapıştırma simanları değişik şekillerde bulunurlar. Bazı tiplerinde, likit kısmında poliakrilik asit ve tartarik asit, toz kısmında ise 15 µm boyutlarında, öğütülmüş fluoroalüminosilikat cam bulunur. Suyla sertleşen diğer tip yapıştırma simanlarında; poliakrilik asit kurutulularak camla tozla birleştirilmiştir. Likit kısmını ise, tartarik asit veya su

oluşturur(35,112). Suyla sertleşen bazı cam iyonomer yapıştırma simanlarında ise toz kısmına tartarik asit de ilave edilmiş ve likit kısmı sadece sudan oluşmuştur(35).

Cam iyonomer yapıştırma simanlarının sahip olduğu avantajlar; koriostatik etki, genişleme-büzülme özelliklerinin diş yapılarına yakın olması, elastisite modülü hariç direnç özellikleri, diş yapılarına bağlanma, yüksek akıcılık özelliği (düşük viskozite), hızlı sertleşme ve sertleştiğinde düşük çözünürlüğe sahip olması, 20  $\mu$ m'luk bir film tabakası oluşturması olarak bildirilmiştir(32,112).

Cam iyonomer yapıştırma simanlarının; diş duyarlılığı, simanın sertleşmesinin erken evresinde su çözünürlüğü ve uygun toz-likit oranının oluşturulmasının zorluğu gibi olumsuz özellikleri gösterdikleri açıklanmıştır(32).

Cam iyonomer simanlarının yapıştırma maddesi olarak kullanılmalarının nedeni; fluorür iyonu açığa vermeleri ve dentine kimyasal olarak bağlanma özelliğine sahip olmalarıdır. Yapıştırma sonucu oluşan aşırı diş duyarlılığı; toz-likit oranına, diş yüzeyinin fazla kurutulmasına, kuronun simanla aşırı doldurulmasına ve akıcılık nedeniyle oluşan hidrolik basınca bağlıdır(35,107).

Cam iyonomer yapıştırma simanları; paslanmaz çelik kuronlar ve ortodontik braketlerin yapıştırılmasında kullanılır(41,43). Simanın, ortodontik çelik band etrafındaki mineye fluorür iyonu vermesi ve ağız likitlerinde çözünmemesi en önemli avantajlarıdır. Ayrıca, simanla band arasında da bağlanma olmaktadır(41).

Cam iyonomer simanlarının klinik performanslarında; klinikte uygulanan tekniğin, estetik uygunluk ve marginal bütünlüklerinin etkili olduğu bildirilmiştir. Kapsül içinde karıştırılacak şekilde geliştirilen simanların kullanılması önerilmiştir(187). Cam iyonomer simanlarının opaklığının kompozitlerden fazla olduğu ve koyu renklerde opaklığın arttığı belirtilmiş, mine ve dentine yapışmalarından dolayı etkili bir kenar kapaması sağladıkları ifade edilmiştir(187).

Cam iyonomer simanlarının karıştırılması aşamasında toz dağıtılırken; kaşığın tamamen doldurulması, daha sonra tozun iki ya da üç kısma ayrılarak likite taşınması ve karıştırmanın 20-30 saniye içinde tamamlanması önerilmiştir. Ayrıca, üreticilerin önerilerine göre; simanın yerleştirilmesinden önce akrilik ya da tannik asitle yüzey işlemi yapılması vurgulanmaktadır(35).

Bir gümüş-cermet simanının (Miracle Mix) daha yoğun kıvamda karıştırılmasının; daha sert, güçlü, nem ve aşınmaya daha dirençli bir materyal oluşturduğu ve simanın 3 dakikalık kısa bir sertleşme süresine sahip olduğu bildirilmiştir(155). Ayrıca, gümüş-cermet ve diğer cam iyonomer simanlarında, fiziksel özellikleri en yüksek düzeye çıkarmak için, simanın daha yoğun kıvamda karıştırılması ve karıştırmanın hızlı yapılması önerilmektedir(155).

Aproksimal çürüklerde, marginal mine tümseğini korumak ve geniş mine kaybını önlemek için, tünel restorasyonu önerilir(103,113). Fakat çürük bırakma riskinden dolayı bir tünel kavite türü olan internal oklüzal fossa kavitesi tercih edilir(112,113). Çürüğe giriş; marginal mine tümseği 2 mm genişlikte bırakılacak şekilde, oklüzal fossadan yapılır ve bu giriş bucco-lingual yönde genişletilir. Ayrıca iyi bir görüş alanı sağlamak için kavite fissürlere doğru uzatılır.

Knight (1992), oklüzal fissür boyunca genişleyen ve marginal mine tümseğinin 2 mm iç kısmında, tümseğe paralel olarak bucco-lingual yönde en fazla genişliğe sahip olan bir tünel kavite türü tanımlamış ve buna "T kavite" ismini vermiştir(103).

Cam iyonomer - diş bağlanması göreceli olarak zayıf olduğu için kaviteye kutu şeklinin verilmesi önerilmiş, restorasyona oklüzal kuvvet gelmediğinde ise buna gerek olmadığı bildirilmiştir(43).

Croll (1993), iyi desteklenmiş tüberküller ve marginal mine tümseği ile çevrili ve oklüzal gerilimlerin ortadan kaldırıldığı 1. sınıf kavitele-

de ışıkla sertleşen cam iyonomer simanlarının kullanılmasını önermiştir. Siman yüzeyinin ışıkla sertleşen bir reçine bağlayıcı ile örtülmesinin, siman yüzeyindeki bitirme işlemlerinin zararlarını onardığını belirtmiştir(44). Araştırmacı, kavitenin kutu şeklinde açılmasının; oklüzal gerilimlere direncin devamlılığını sağlayacağını ve simanın büzülme gerilimlerini yapısına alacağını ya da dağıtacağını vurgulamaktadır(44).

Düşük kırılma direnci ve aşınma süresince yüzey kırığı sergilemeleri nedeniyle, cam iyonomer simanlarının 2. sınıf kavitelere kullanımının sınırlı olduğu açıklanmıştır(112).

Sadece dentini içeren, proksimal minenin kısmen sağlam olduğu ve marginal mine tümseğinin bütünlüğünü koruduğu çürüklerde tünel kavite açılması ve kavitenin hibrit iyonomerlerle doldurulması önerilmiştir. Oklüzal kuvvetlerin varlığında, hibrit iyonomerin 1-2 mm kaldırılması ve üzerine kompozit reçine yerleştirilmesi vurgulanmıştır(127). Geleneksel 2. sınıf kavitelere ise sandwich tekniğinin uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Bu teknikte, hibrit iyonomerin bir dentin maddesi gibi kullanıldığı ve gingival basamakta 1-2 mm siman bırakıldığı ifade edilmektedir(127).

Renk uyumunun tamamen sağlanamadığı durumlarda "kompozit laminate" tekniğinin uygulanması önerilmiştir. Cam iyonomerlerin kompozit reçine içinden renk yansıtılmalarını önlemek için, restorasyon simanlarının (Tip II) kullanılması gerektiği belirtilmiştir(125).

Cam iyonomer simanının ağız ortamına açılması "açık sandwich" tekniği, simanın kompozitle tamamen örtülmesi ve ağız ortamı ile ilişkisinin kesilmesi ise "kapalı sandwich" tekniği olarak tanımlanmaktadır(102).

Aproksimal tabanda 1-2 mm cam iyonomer simanı içeren 2. sınıf sandwich restorasyonlarda, 2 yıl sonra % 35 başarısızlık bildirilmiş ve başarısızlığın cam iyonomer simanının hızlı kaybından kaynaklandığı ifade edilmiştir(194).

Knibbs (1992), açık ve kapalı sandwich tekniklerinin 2 yıllık değerlendirilmesinde, açık sandwich tekniğinde, su temasına bağlı siman çözünmesi tespit ettiğini belirtmektedir. Araştırmacı, aproksimal bölgede siman yüzeyine koruyucu ajan uygulamasının zor olduğunu, bu nedenle kapalı sandwich tekniğinin daha başarılı olduğunu ifade etmiştir(102).

Bir tünel kavitesi çeşidi olan T kavitelere kullanılan cam iyonomer simanlarının 9 yıllık değerlendirilmesinde, restorasyonların ortalama yaşının 5 yıl 3 ay olduğu bildirilmiştir. Ayrıca restorasyonların 3 yıl boyunca kabul edilebilir ölçütlerde oklüzal aşınma ve kenar bütünlüğü sergiledikleri belirtilmiştir(103).

Genç hastaların çürüklü ve kısmen sürmüş sürekli 1. ve 2. büyük azı dişlerinin gerilim taşımayan bölgelerindeki restorasyonlarda, gümüş-cermet simanı kullanılarak başarılı sonuçlar alındığı bildirilmektedir(41).

Geniş 1. sınıf kavitelere kullanılan gümüş-cermet simanın 3 yıllık değerlendirilmesinde, restorasyonların % 11.4'ünün çatlak ve yarık yüzey sergiledikleri belirtilmiştir(156).

Bir gümüş-cermet simanının (Ketac-Silver) 6 yıllık değerlendirilmesinde, aşınmasının amalgam restorasyonlardan fazla olmadığı ve zayıf kırılma direncine sahip olduğu açıklanmıştır. Ayrıca fluorür iyonu açığa vererek, komşu dişin kontakt yüzeyi üzerinde antikariyojenik bir etki gösterdiği belirtilmiştir. Bu simanın tünel restorasyonlarda 1-2 yıl çok iyi işlev gördüğü, daha sonra bir çok kenar kırığı olgusu saptandığı vurgulanmıştır(50). Cermet-siman restorasyonlarında, kavitenin kutu şeklinde hazırlanması gerektiği ifade edilmektedir(50).

Servikal erozyonlarda, cam iyonomer siman kaide ve dentin bağlayıcılarının birlikte kullanılmasının, kompozit restorasyonun başarısını arttırdığı ve en iyi kaide materyallerinin ışıkla sertleşen simanlar olduğu vurgulanmıştır. Erozyon restorasyonlarının başarılı olması için, uygun nem kontrolü ve manipulasyona ihtiyaç olduğu ve kaide materyalinin sürekli res-



torasyon maddesi olarak kullanılamayacağı belirtilmektedir(15).

Verdonschot ve ark. (1991), 5. sınıf kaviteelerde restorasyon materyali olarak kullanılan cam iyonomer simanlarının estetik özelliklerinin yeterli olduğunu açıklamışlardır(184).

Jefferies ve Marier (1994), 24 servikal abrazyonun, ışıkla sertleşen bir hibrit iyonomer (Variglass)'le restorasyonunu takiben 6 ayda ve 1 yılda restorasyon kaybı saptamadıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, 13 restorasyonun 11'inde 6 aydan 1 yıla kadar diş duyarlılığının azaldığını ve bu materyalin klinik işlevinin cesaret verici olduğunu açıklamışlardır(98).

Forsten ve Karjalainen (1990), 5-7 yaşlarındaki çocukların süt azılarındaki proximal çürükleri tedavi etmek amacıyla yapılan 199 restorasyonda başarı oranının, geleneksel cam iyonomer simanında (Ketac-Fill) % 84 ve bir gümüş-cermet simanında ise % 77 olarak saptamışlardır(69).

Cam iyonomer simanlarının, düşmesi yaklaşmış süt dişlerinde kullanılmasının 2 önemli avantajı olduğu belirtilmiştir. Bu avantajlar; kavite hazırlanmasının daha az travmaya neden olmasından dolayı lokal anesteziye gerek olmaması ve amalgam restorasyonların oklüzal yüzey hacminin yarısı kadar yer işgal etmesi olarak açıklanmaktadır(178).

Welbury ve ark. (1991), düşmesi yaklaşmış süt dişlerinde yaptıkları 5 yıllık bir değerlendirmede, restorasyonların ortalama ağızda kalma süresini, cam iyonomer restorasyonlarda 33.4 ay, amalgamlarda ise 41.4 ay olarak saptamışlardır. Araştırmacılar, cam iyonomer simanının (Ketac-Fill) başarısızlık oranının (% 33) amalgamdan (% 20) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir(195).

Hibrid iyonomerlerin, süt dişlerinde I., II., III. ve V. sınıf kaviteelerde kullanıldığı belirtilmiştir. Simanın sertleşmesi sonucu aşınma ve kırılmaya direncin arttığı, simanın esneyerek ve kırılmaksızın kuvvetleri kompanse ettiği ifade edilmiştir(49).

Işıkla sertleşen bir hibrid iyonomer kaide materyali (Vitre-bond)'nin, süt kanin ve kesici dişlerdeki düz yüzey çürüklerini restore etmek için kullanıldığı bildirilmekte ve buna interim (geçici) restorasyon adı verilmektedir(42).

Işıkla sertleşen bir cam iyonomer kaide simanının, bir mine-dentin materyali olarak kullanıldığı süt dişlerinin 4 yıllık değerlendirilmesi sonucu, siman yüzeyinde bir azalma veya kenar kırığı saptanmadığı bildirilmiştir(43).

Croll ve Killian (1992), ışıkla sertleşen bir cam iyonomer simanının süt dişlerinde 1. sınıf kavitelere kullandığını belirtmişlerdir(46).

Hibrid iyonomerler kullanılacağı zaman, süt azılarındaki II.sınıf kavitelelerin kutu şeklinde açılması ve siman yerleştirildikten sonra üzerinin bir bağlayıcı reçine örtücüyle örtülmesi önerilmektedir(47). Bu tekniğin 17 aylık değerlendirilmesinde; simanın kırılma ve aşınma direncinin oklüzal kuvvetleri karşılamaya yetmediği belirtilmiştir. Ayrıca materyalin, oklüzal gerilimleri tolere etmesini sağlayan bir elastisite modülüne sahip olduğu ve kuvvet kalkınca eski haline dönebildiği ileri sürülmüştür(47).

Düşmesi yaklaşmış süt dişlerinin 1. ve 2. sınıf kavitelelerinde bir hibrid iyonomer (Dyract)'in kullanılmasını takiben 1 yıllık bir sürede restorasyon kaybının meydana gelmediği bildirilmiştir. 6 aylık bir sürede; tekrarlayan çürük, tutuculuk kaybı ya da dolguda kütle halinde kırılma gözlenmediği ve bu tür dişlerde kullanımının uygun olduğu vurgulanmaktadır(134).

Brackett ve Metz (1992), 5 yıllık bir sürede cam iyonomer simanı ile yapıştırılmış döküm kuronlu 1435 dişte, % 5'den daha düşük bir oranda kuron kaybı (düşmesi) gözlediklerini ve sekonder çürük saptamadıklarını bildirmişlerdir(14).

Cam iyonomer simanı ile yapıştırılmış kuron kenarından simanın su almasını önlemek için, kuron kenarlarına ışıkla sertleşen bir dentin bağ-

layıcı maddenin uygulanması önerilmiştir. Ayrıca simanın karıştırılması ve dentin yüzeyine uygulanması için, dişhekiminin 45 sn.lik bir zamanının olduğu belirtilmektedir(107).

Cam iyonomer simanıyla yapıştırılmış 1230 döküm restorasyonun 8 yıllık değerlendirilmesi sonucunda, restorasyonlarda % 99 oranında tutuculuk saptandığı, sekonder çürük gözlenmediği ve restorasyonların % 4'ünün irreversibl pulpitis gösterdiği bildirilmiştir(115).

Fissür örtücü olarak kullanılan cam iyonomer simanları; diş yapılarına tutunma, biyolojik uygunluk, fluorür iyonu açığa verme, uygun renk uyumu, çok az renkli ya da renksiz düz yüzey oluşturma ve ağızda hızlı sertleşme özelliklerine sahiptirler. Uygulandıktan 1 ay sonra, basınca dirençleri 177 MP<sub>A</sub> ve mineye bağlanma dirençleri ise 4,3 MP<sub>A</sub>'dır(13).

Bir cam iyonomer fissür örtücünün yaygın klinik kullanımını izleyen 6 aylık bir sürede, fissürlerin % 94'ünde simanın tamamen kaybolduğu, % 4.3'ünde ise kısmen kayba uğradığı açıklanmıştır. Bu yüksek kayıp oranının simanın kırılğan doğasından kaynaklandığı ve dar lezyonlarda (1 mm) kırılğanlığın arttığı ileri sürülmektedir. Diğer taraftan 6 ay sonunda çürük saptanmadığı belirtilmiştir(13).

Övrebö ve Raadal (1990), cam iyonomer simanı ile örtülmüş fissürlerin % 60'ında simanın sağlam, % 23'ünde kısmen sağlam olduğunu, % 17'sinde ise siman kaybı gözlediklerini bildirmişlerdir(131). Siman kaybı gösteren dişlerden alınan kesitlerin çoğunda, fissürlerde artık cam iyonomer simanı saptadıklarını ve simanın fissürlere zayıf olarak tutunduğunu ifade etmektedirler. Araştırmacılar, artık simanın flourür iyonu açığa vererek çürüğü önleyebileceğini ileri sürmüşlerdir(131).

208 oklüzal fissür üzerinde yapılan 5 yıllık bir değerlendirmede, cam iyonomer fissür örtücülerin % 61'inin 6-12 ay sonra, % 84'ünün ise 30-36 ay sonra kaybolduğu bildirilmiştir. Tamamen siman kaybı gösteren fissürlerin % 93'ünde, replika tekniği ile artık siman tespit edildiği ifade

edilmiştir. Fissür örtücü reçinelerin ise, 4,5-5 yıl sonra % 90'nın tam bir tutuculuk gösterdiği belirtilmiştir(114).

Cam iyonomer fissür örtücü simanların, girişi olmayan fissürlerde kullanımının başarısız olduğu, fissür girişi belirgin olan vakalar da ise yüksek başarı oranı sergiledikleri açıklanmaktadır. Dentin çürüğünün aktif olduğu fissür çürüklerinde, cam iyonomer simanlarının kullanılması önerilmektedir(112).

Oklüzal çukur ve fissürleri örtmek amacıyla gümüş-cermet simanının kullanıldığı vakalarda, simanın çarpma kuvvetleri ve abrazyonla hızlı bir şekilde aşındığı ya da kırılma ile fissürlerden uzaklaştığı bildirilmiştir(41,112).

2 mm'lik sağlam dentin desteğinin, arka dişlerde çekirdek (core) yapımı için ideal olduğu bildirilmiştir(111).

Tüm geleneksel cam iyonomer simanlarının, reçine sistemler ve amalgam çekirdek (core)'lerden daha zayıf olduğu açıklanmış, pin uygulamasının cam-sermet simanını zayıflatmadığı bildirilmiştir. Pinlerin çekme kuvvetine paralel yerleştirilmesi durumunda, kırılma direncini 2 kat arttırdıkları vurgulanmıştır. Ayrıca pin yüzeyine hidroklorik asit uygulamasının, cam iyonomer simanla pin arasındaki kimyasal bağlanmayı arttırdığı ifade edilmiştir(100).

Cam iyonomer simanları endodontide; rezorpsiyonlarda, retrograd dolgu olarak, kök perforasyonlarının tamirinde, dişeti papilinin yok olduğu kök defektlerinde, derin marginal kırıkların varlığında ve çok köklü dişlerin restorasyonlarında çekirdek (core) materyali olarak kullanılır(165).

Endodontik tedavi görmüş dişlerde, cam iyonomer simanlarının restorasyon materyali olarak kullanılmalarının, kırılmaya direnci arttırdığı bildirilmiştir. Basınca dirençlerinin, büyük posteriyor restorasyonlar-

da kullanımları için yeterli yükseklikte olmadığı açıklanmıştır. Cam iyonomer simanlarının amalgam ve kompozit reçineler altında kaide materyali olarak kullanılmasının, kırılmaya karşı direnci arttıracığı vurgulanmaktadır(175).

Pissiotis ve ark (1991), bir gümüş-cermet simanını retrograd dolgu olarak kullandıkları çalışmalarında, dentin yüzey işleminin simanın yüzey örtme özelliğini geliştirmedeğini göstermişler ve siman yüzeyine uygulanan lakların dolgunun kalitesini yükseltmediğini saptamışlardır. Araştırmacılar, lak uygulanmamış ve dentine yüzey işlemi yapılmamış gümüş-cermet retrograd dolgunun en az mikrosızıntı gösterdiğini ifade etmektedirler(135).

Ray ve Seltzer (1991), kök kanal dolgu maddesi olarak cam iyonomer simanının; sertleşme zamanı, uygulama kolaylığı, radyooposite ve kanal dentin duvarına tutunma açısından Grossman patı ile aynı veya daha üstün bulunduğunu bildirmişler ve patın kanaldan çıkarılmasının mümkün olmadığını belirtmişlerdir(142).

Retrograd dolgu olarak kullanılan bir geleneksel cam iyonomer ve ışıkla sertleşen bir hibrid iyonomer simanının, amalgamdan daha iyi örtme sağladıkları ve daha az sızıntı gösterdikleri ifade edilmektedir(30).

Bir cam iyonomer kanal patının (Ketac-Endo), ultrasonik aletle kök kanalından etkili bir şekilde kaldırıldığı, el aleti ile kaldırmanın yavaş olduğu ve en fazla artığın kanalın apikal 1/3'ünde tespit edildiği açıklanmıştır(71).

Smear tabakasının kaldırılmasını takiben, kök kanalı bir cam iyonomer reçine simanı ve gutta-percha ile doldurulduğunda, kanalın orta 1/3'ünde simanın dentin kanallarına daha fazla girdiği belirtilmiştir. Ayrıca kanalın kuronal kısmındaki dentinde fluorür miktarının, 2 hafta, 1 ay ve 3 aylık zaman aralıklarında arttığı bildirilmiştir. Cam iyonomer-reçine simanlarının, kök kanal dolgusu olarak kullanılma özelliği sergiledikleri

vurgulanmıştır(146).

Kök ucunun kesilerek çıkarılması (Apisektomi)'ndan sonra, ışıkla sertleşen bir cam iyonomer simanının kök ucundaki dentin yüzeyine ince bir tabaka olarak uygulandığında (~1 mm), geleneksel cam iyonomer simanlarından daha az mikrosızıntı sergilediği ve uygun bir retrograd kök kapaması sağladığı bildirilmektedir(31).

Ultrasonikle kanal tedavisi tekrarının; tek gutta-percha kon ve Ketac-Endo ile tıkanmış kanallarda etkili olarak yapılabildiği belirtilmiş ve lateral kondansasyon tekniği ile doldurulmuş kanalların apikal kısmında en fazla artık saptandığı açıklanmıştır(73).

Ketac-Endo'nun, AH 26 kanal dolgu patından daha fazla sızıntı gösterdiği ve bağlanma direncinin daha düşük olduğu belirtilmekte ve bununda Ketac-Endo'nun hızlı sertleşmesi, daha fazla büzülmesi ve dolayısıyla simanın dentine yapışmasının azalmasından kaynaklanabileceği ileri sürülmektedir(53).

Friedman ve ark.(1993), vertikal olarak oluşturdukları kök kırıklarını, kemikte kullanım için geliştirilen bir cam iyonomer simanı (Ionos bond) veya dentin bağlayıcılar (Gluma ve Permabond) ile bağladıktan sonra kırılmaya dirençlerini incelemişler ve Ionos bond'un en zayıf bağlanmayı sergilediğini ve en düşük direnci gösterdiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, biyolojik uygunluk ve klinik sorunlar nedeniyle, kırılmış dişlerin bağlanmasında Ionos bond'un kullanılmasının daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir(72).

Supak ve Burgess (1994), geleneksel cam iyonomer simanları ile yapıştırılmış braketlerin dişe tutunmasının zayıf olduğunu, ışıkla sertleşen cam iyonomer simanlarının ise tutunmayı arttırdığını belirtmektedirler(166).

Amerika'da 1000 dişhekimi üzerinde yapılan bir anket çalışmasında, % 94'ünün cam iyonomer simanlarını güncel olarak kullandıkları, esas kullanım nedeninin cam iyonomer simanlarının güncelliğinden kaynaklandığı belirtilmiş ve simanın diğer kullanımlarının ise; kaide, yapıştırma simanı ve çekirdek (core) uygulamaları olduğu bildirilmiştir(143). Bu dişhekimlerinin % 41'inin kuron restorasyonlarının 3/4'ünü cam iyonomer simanları ile yapıştırdıkları, % 17'sinin cam iyonomer simanlarını fissür örtücü olarak kullandıkları, % 50'sinin ise kalıcı restorasyonlarda uyguladıkları açıklanmaktadır(143).

Dentinin poliakrilik asitle işlem edildiği ve edilmediği cam iyonomer restorasyonlar arasında, 1 yıl sonra klinik başarıları açısından bir fark saptanmadığı bildirilmiştir(179).

### **CAM İYONOMER SİMANLARININ BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Cam iyonomer yapıştırma simanları ile yapıştırma işleminden sonra meydana gelen diş duyarlılıkları sıkça bildirilmiş ve biyolojik uygunlukları ile ilgili genel kanıyı olumsuz etkilemiştir(35). Bununla birlikte operasyon sonrası duyarlılığın sadece yapıştırma simanları ile sınırlı olduğu, kalsiyum hidroksit esaslı bir örtücünün pulpaya en yakın preparasyon alanına uygulanması ve tüm preparasyon alanının örtülmemesi önerilmiştir(35).

Cam iyonomer simanlarının sağlam dentin üzerine güvenli olarak uygulanabileceği ve 0.5 mm'den daha az kalan dentin varsa ya da pulpa açılması sözkonusu ise simanın yerleştirilmesinden önce, bir örtücü uygulamasının gerekli olacağı ifade edilmektedir(178).

Aşırı diş duyarlılığı ve pulpa cevabındaki olası faktörlerin; dentin yüzey işlemi ile smear tabakasının kaldırılması ve dolayısıyla hidrolik basınç, düşük toz oranı, suyla sertleşen cam iyonomer simanlarında sertleşme esnasındaki düşük pH, pulpaya yakınlık, cam iyonomer kaideli restorasyonlarda büzülme gerilim boşlukları nedeniyle oluşan mikrosızıntı şeklinde sıralanabilecekleri açıklanmıştır(84,161).

Brackett ve Metz (1992) 5 yıllık bir değerlendirmede, cam iyonomer simanıyla yapıştırılmış 1184 kuron restorasyonlu canlı dişlerin % 3.1(37)'inde aşırı duyarlılık saptadıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, 1184 dişin % 2.4(30)'ünün endodontik tedaviye ihtiyaç gösterdiğini ve bunların 18'inin 1 yıl içinde, 8'inin 2. yıl içinde endodontik tedavilerinin gerektiğini belirtmişlerdir(14).

Johnson ve ark. (1993) yapıştırmadan hemen sonra ve 2 hafta sonra, cam iyonomer simanlarına kıyasla çinkofosfat simanı ile yapıştırılmış kuron restorasyonlu dişlerde daha çok duyarlılık saptadıklarını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, 3 aylık bir sürede ise bu 2 materyal arasında bir farklılık bulunmadığını ve duyarlılığın yapıştırma öncesi düzeyden yüksek olmadığını ifade etmektedirler(99).

Amerika'da 1000 dişhekimi üzerinde yapılan bir istatistik çalışmasında; % 41'inin döküm restorasyonlarının 3/4'ünü cam iyonomer simanları ile yapıştırdıkları ve bunların % 83'ünün post-operatif diş duyarlılığı saptadıkları belirtilmiştir. Fakat bu dişhekimlerinin % 85'inin diğer simanlarda da post-operatif duyarlılık gözledikleri bildirilmiştir. Cam iyonomer yapıştırma simanlarındaki duyarlılık sıklığının, diğer simanlardan fazla olmadığı vurgulanmıştır(143).

Cam iyonomer simanıyla yapıştırılmış döküm restorasyonlu 1031 vital dişin 8 yıllık değerlendirilmesinde, bu dişlerin % 4(40)'ünde irreversible pulpitis gözleendiği ve endodontik tedaviye ihtiyaç duyulduğu açıklanmakta ve cam iyonomer simanlarının biyolojik uygunluklarının kabul edilebilir düzeyde olduğu bildirilmektedir(115).

Cam iyonomer yapıştırma simanları ile bağıntılı diş duyarlılığının yapıştırmayı izleyen birkaç gün içinde geliştiği ve orta dereceden şiddetliye değişen bir ağrı olarak algılandığı ifade edilmiştir. Kuronların çinkooksit öjenol simanı ile yapıştırılmasını takiben ağrının geçtiği ve mikrosızıntının duyarlılık nedeni olmadığı belirtilmiştir(77).



Cam iyonomer simanları, diş yapılarıyla kimyasal bir bağlanma oluşturdukları için biyolojik olarak uygun kabul edilirler. Aynı zamanda polimerik asit üzerine temellendirilmiş bu sistem, göreceli olarak hafif asidiktir ve bu asitin uzun zincir şekli nedeniyle dentin kanalları içine diffüzyonu azalmıştır(128,162).

Dentinin hafif asidik maddelere karşı üstün bir tampon rol oynadığı ve herhangi bir restorasyon materyalinden pulpaya doğru patolojik yan ürünlerin geçişini azalttığı bildirilmektedir(94).

Asitle fazla yüzey işleminin, dentin kanallarının ağızlarını açtığı, uygun kimyasal bağlanma için yüzey iyonlarını tükettiği ve böylece bakteri girişine olanak sağladığı ifade edilmiştir(162). Aynı zamanda dentin sıvısının kavite tabanına akması ile bir biofilm tabakası oluştuğu ve cam iyonomer simanının yapışmasını bozduğu belirtilmektedir. Bu nedenle daha düşük konsantrasyondaki asitlerle, daha kısa süre yüzey işlemi yapılması önerilmiştir(162).

Cam iyonomer simanları ile yapıştırmadan önce, yüzey işlemi ile dentin kanallarının açılmasının, pulpaya doğru bir hidrolik basınca neden olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle, dentin kanallarının bir mineralizasyon solüsyonu ile kapatılması önerilmiştir(128).

Cam iyonomer yapıştırma simanlarının, kompozit yapıştırma maddelerinden daha az sitotoksik oldukları ve sitotoksik etkilerin genişliğinin, hücre tipine, materyalin doldurucu oranına ve polimerizasyon derecesine bağlı olduğu bildirilmektedir(27).

Yeni doğmuş ratların kafataslarından alınan organ kültürlerinde, 2 haftalık bir sürede, trikalsiyum fosfat ve hidroksiapatitle karşılaştırılmaları sonucunda, GIC Mp4/E3 ve sertleşmiş Ketac-Cem cam iyonomer simanlarının potansiyel bir kemik maddesi olarak ümit verici oldukları açıklanmıştır(20). Aqua-Cem'in sitotoksik etki gösterdiği ve in vitro olarak pürüzlü yüzeylerin ve sertleşmemiş fluorür içeren camların hafif toksik

site sergiledikleri belirtilmiştir. Ayrıca taze karıştırılmış Ketac-Cem'in simana bitişik hücrelere toksik etki gösterdiği vurgulanmaktadır(20).

Sasanaluckit ve ark. (1993), cam iyonomerlerin biyolojik uygunluklarını, direkt hücre kültürü ve ekstraksiyon testi kullanarak ve 8 hafta kemikle temas halinde tutarak incelemişler, Chem-Fill, Ketac-Fill, G338U ve G5'in tüm tiplerinin, tüm test şartlarında biyolojik uygunluk gösterdiklerini belirtmişlerdir(145). Ketac-Silver'in hücre kültüründe hafif toksik etki gösterdiği ve etkilerin 8 gün sonra azaldığı, ayrıca Ketac-Silver'den sitotoksik ekstraktın uzun süre salındığı ifade edilmektedir(145). Vitrebond'un direkt temas testinde tüm hücreleri öldürdüğü ve sitotoksik bulunduğu, ekstraksiyon testinde ise hücrelerin morfolojilerini bozduğu ve toksik ajanın materyalden kolayca çıkmadığı bildirilmiştir. Vitrebond dışındaki materyallerde yeni kemik şekillenmesi saptandığı vurgulanmış, Vitrebond'da ise 8 hafta sonunda yalnız fibröz doku oluştuğu açıklanmıştır. Araştırmacılar, cam iyonomer simanlarının yapılarındaki farklılık nedeniyle, sitotoksik yanıtların farklılık gösterdiğini vurgulamaktadırlar(145).

Herhangi bir restorasyon işleminden kaynaklanan pulpa cevabının derecesi, bir haftadan daha uzun zaman aralığında değerlendirildiği zaman, mikrosızıntının ilave bir faktör olarak gözönüne alınması önerilmektedir(162).

Bakteriyel irritasyonun ciddi önemde olduğu, mikrosızıntının önlenmesiyle pulpanın korunduğu ve bu açıdan cam iyonomer simanlarının ideal olduğu ifade edilmiştir(128). Mine ve dentinle iyon değişimi sonucu, simanın diş yapısıyla bir bütünlük oluşturacağı ve tamamen mikrosızıntının önleneyeceği belirtilmiştir. Gerilim ya da kuvvet uygulamaları altında restorasyon kaybı ile sonuçlanan başarısızlıkta, iyon değişim tabakasının diş yüzeyinde kalacağı ifade edilmiştir. Böylece dentin kanallarının kapalı olacağı, bu tabakadan fluorür iyonu açığa verilmesinin devam edeceği ve bakteri girişinin mümkün olmayacağı vurgulanmıştır(128).

Heys ve ark.(1987), 3,10 ve 56 gün sonra maymun dişlerinde cam

iyonomer simanına karşı ya hiç ya da çok az pulpa cevabı saptamışlardır(84). Diğer test materyalleri olan çinkofosfat ve polikarboksilat simanı-yla cam iyonomer simanı arasında, tüm test sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemişlerdir. Araştırmacılar, pulpa reaksiyonunun, yapıştırma sonrası görülen aşırı duyarlılığının nedeni olmadığını ifade etmektedirler(84).

Tobias ve ark.(1989), yüzeyi lak ile örtülen ve yüzeyine lak uygulanmayan bir cam iyonomer simanına karşı orta derecede bir pulpa iltihabı meydana geldiğini bildirmişlerdir. Deney kavitesi içindeki bakteri varlığıyla, iltihap arasında bir bağlantı bulunduğunu belirtmişler ve kalan dentin kalınlığının iltihaba bağlı cevap üzerinde bir etki göstermediğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, materyal türünün iltihap derecesiyle direkt ilişkisinin olmadığını, ancak antibakteriyel ve mikrosızıntı özellikleri nedeniyle dolaylı bir ilişkinin bulunduğunu vurgulamaktadırlar(174).

Tobias ve ark. (1991), kalzinolle karşılaştırıldığında, çinko ilave edilmiş bir cam iyonomer yapıştırma simanı uygulanan dişlerde çok az pulpa değişikliği saptamışlar, bu değişikliğin standart yapıştırma simanında ise biraz daha fazla olduğunu gözlemişlerdir(172). Araştırmacılar, pulpa iltihabı ile mikrosızıntı arasında bir bağlantı olduğunu ve pulpaya yakın bakteri varlığında şiddetli iltihap belirlediklerini bildirmektedirler. Bu iki simanın yüzeyi kalzinolle örtüldüğünde, iltihaba bağlı cevapta bir azalma saptamışlar ve birçok vakada ise bakteri sızıntısının ve pulpa değişikliğinin olmadığını belirtmişlerdir. Kalan dentin kalınlığının iltihaba bağlı cevabı etkilemediği ve çinko ilavesinin çok az pulpa irritasyonu ve sızıntı oluşturduğu vurgulanmaktadır(172).

Mjör ve ark.(1991), köpek dişlerinde 5. sınıf kavitelere uygulanan cam iyonomer simanlarına karşı hafif pulpa reaksiyonları saptamışlar ve birçok iltihaba bağlı cevabın, diş-dolgu ara yüzeyindeki bakterilerden kaynaklandığını bildirmişlerdir(122). Araştırmacılar, belirgin dentin reaksiyonunu dişlerin yarısında gözlediklerini ve bu reaksiyonun, dentinde hematoksilen ve eozinle boyanmış bir şerit (band) ve preentinin mineralizasyon olu-

şum düzenindeki bir karışıklığı içerdiğini ifade etmektedirler(122).

Felton ve ark. (1991), ışıkla ve kimyasal sertleşen iki tür cam iyonomer simanını maymun dişlerinde açtıkları derin 5. sınıf kavitelere uygulamışlar, 7 ve 35 günlük sürede bu materyallerin pulpanın iyileşme cevabını bozmadıklarını saptamışlardır. Araştırmacılar, smear tabakasının kaldırılmasının, materyallerin pulpa dokusu üzerindeki etkilerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadığını belirtmişlerdir. Işık mikroskobu ve SEM gözlemlerinde, kavite tabanı ve duvarlarında ışıkla sertleşen cam iyonomer siman artıkları saptanmış ve bunun, materyalin dentinin organik kısmına kuvvetli bağlanmasının bir kanıtı olduğu ifade edilmiştir(62).

Hosoda ve ark.(1991), 3 maymunun 75 dişinde, 3, 30 ve 90 günlük sürelerde yaptıkları histolojik incelemelerde, cam iyonomer kaideli kompozit restorasyonların çok az pulpa reaksiyonuna neden olduklarını gözlemişlerdir. Bu reaksiyonun, çinkooksit öjenole karşı oluşan cevaptan daha az olduğunu belirtmişlerdir(91).

Gaintantzopoulou ve ark. (1994), ışıkla sertleşen 2 cam iyonomer kaide simanının, çok derin kavitelere bile hafif pulpa reaksiyonu meydana getirdiklerini bildirmektedirler(74).

Cox ve ark.(1993), çok derin 5. sınıf kavitelere ya da açık pulpa üzerine yerleştirilen bir hibrid iyonomer (Vitremar)'in, pulpanın iyileşmesini bozmadığını saptamışlardır(36).

Nakazawa ve ark. (1994), bir hibrid iyonomer (Geristore)'e karşı hafif pulpa iritasyonu saptamışlar ve bu maddenin klinik kullanım ve pulpa için güvenilir olduğunu ifade etmişlerdir(129).

Lasfargues ve Goldberg (1995), bir hibrid iyonomer (Fuji II LC)'in biyolojik uygunluğunun iyi olduğunu ve bunun diş-materyal arayüzeyinde bakteri bulunmamasından kaynaklandığını belirtmektedirler(106).

Bazzucchi ve ark.(1995) ise; direkt pulpa üzerine uygulanan bir hibrid iyonmer (Vitremer)'in pulpa iltihabı oluşturmadığını açıklamışlar ve pulpanın tersiyer dentin üretimi ile dentin köprüsü meydana getirdiğini gözlemişlerdir(7).

Rezorpsiyonların doldurulmasında ve retrograd dolgu olarak cam iyonmer simanlarının kullanılması, kök perforasyonlarının cam iyonmer simanları ile tamiri, bu materyalin biyolojik uygunluğunu göstermektedir. Radyografilerde izlendiğinde, tamir edilen yüzeyler üzerinde yeni kemik oluşumları gözlenmiştir. Dişeti papilinin kaybı ile izlenen kök defektlerinin cam iyonmer simanlarıyla tamirinden sonra dişeti papilinin yeniden gelişmesi, simanın yumuşak doku ile biyolojik uyumunu kanıtlamıştır(165).

Ortodontik brakete komşu bir kole çürüğünün bir hibrid iyonmerle restorasyonundan 4 ay sonra, post-operatif dişeti iyileşmesinin çok iyi olduğu bildirilmektedir(45).

Pitt-Ford ve Roberts(1990), 4 maymunun 8 üst keser dişinde, kök kanallarını doldurarak veya boş bırakarak, cam iyonmer retrograd dolgularına periapikal doku cevabını incelemişlerdir(136). Araştırmacılar, 5 ay sonra, kanal dolgusu içermeyen dişlerdeki retrograd dolguların şiddetli periapikal iltihaba neden olduklarını, kanal dolgusu içeren dişlerin ise çok az ya da hiç iltihaba bağlı reaksiyon oluşturmadıklarını bildirmişlerdir. Cam iyonmer simanlarının retrograd kök dolgusu olarak, biyolojik uygunluğa sahip oldukları ve infeksiyon varlığında dentine bağlanmalarının başarısızlığa uğradığı ifade edilmektedir(136).

Forsten (1993), 259 dişhekimi üzerinde bir anket çalışması yapmıştır. Buna göre, cam iyonmer simanını kullanan dişhekimlerinin çok azı 2 yıllık uygulamaları sonunda herhangi bir biyolojik komplikasyon bildirmişlerdir. Araştırmacı bu komplikasyonları; pulpa semptomları, sekonder çürükler ve komşu dişte proksimal çürükler olarak sınıflandırmıştır(68).

## A M A Ç

---

Cam iyonomer simanları diş yapılarıyla kimyasal bir bağ oluşturdıkları için, biyolojik olarak uygun kabul edilirler. Aynı zamanda polimerik asit üzerine temellendirilmiş bu sistem göreceli olarak hafif asidiktir ve bu asitin uzun zincir şekli nedeniyle dentin kanalları içine diffüzyonu azalmıştır(128,162).

Cam iyonomer simanlarında yeni bir kuşak olan hibrid iyonomerler, bu simanlarda yeni bir aşama olarak ortaya çıkmıştır. Hibrid iyonomerlerde; cam iyonomer matriks ve reçine matriks iç içe girmiş bir ağ yapı oluştururlar. Bu yapı, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha güçlü mekanik özellikler sağlar(130). Bu materyallerin klinik kullanımlarının başarısında, mekanik özellikleri yanında, diş ve çevre dokularla biyolojik uyumu da çok önemli bir faktördür.

Bazı hibrid cam iyonomer simanlarının hücre kültür çalışmalarında, zayıf biyolojik uygunluk özelliklerine sahip oldukları bildirilmiştir(55,145).

Bunun yanında hibrid iyonomerlerin pulpa üzerinde etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, biyolojik uygunluklarının iyi olduğu ve pulpanın iyileşmesini bozmadıkları belirtilmiştir(7,36,106,176).

Hibrid iyonomerler çok yakın bir geçmişe sahip olduklarından, bu materyallerin biyolojik uygunluk özellikleri ile ilgili çalışmalar kısıtlıdır ve daha fazla araştırmaya gereksinim vardır.

Bu nedenle çalışmamızda, bir hibrid iyonomer çeşidi olan üçlü polimerize bir cam iyonomer sistemin insan dişlerinde pulpa-dentin kompleksi üzerinde etkilerini incelemek ve materyalin biyolojik uygunluk özellikleri ile ilgili çalışmalara katkıda bulunmak amaçlanmıştır.



## GEREÇ VE YÖNTEM

---

Gereç olarak Marmara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Kliniğine başvuran 10-22 yaş grubunda 24 hastanın ortodontik tedavi nedeniyle çekimine karar verilen 60 küçük azı dişi kullanıldı. Dişlerin klinik olarak sağlam, çürüksüz olmasına dikkat edildi.

Işıklı sertleşen bir cam iyonomer simanın pulpa-dentin kompleksi üzerindeki etkileri FDI tarafından önerilen spesifikasyonun "Restore edici maddeler için pulpa ve dentin testleri" bölümünde belirtilen(59) esaslara uyularak incelendi.

Lokal anestezi uygulandıktan sonra, keskin yeni elmas frezlerle yüksek turda, su spreyi altında dişlerin vestibül yüzeyinde 5. sınıf kaviteler hazırlandı. Kaviteler her iki yan yüzeye uzanacak genişlikte, dişeti bölümünde ve derinliği dentinin 1/3'üne kadar tabanı uzanacak şekilde ve kalan ortalama dentin kalınlığının 1 mm olmasına dikkat edilerek hazırlandı.

Kaviteler, dentinin fazla kurummasını önlemek için kısa aralıklarla hava verilerek kurutuldu.



Test maddesi olarak bir hibrid iyonomer (Vitremer 3M)\*, pozitif kontrol maddesi olarak silikat simanı (Fritex)\*\* ve negatif kontrol maddesi olarak da çinkooksit öjenol simanı (Kalzinol)\*\*\* kullanıldı.

Deney süreleri ve kullanılacak dişler FDI spesifikasyonuna göre aşağıdaki şekilde gruplandırılarak bir çalışma protokolü hazırlandı.

|                      |         |
|----------------------|---------|
| Kısa süre, 3-5 gün   | 20 diş: |
| Test maddesi için    | 10 diş  |
| Pozitif kontrol için | 5 diş   |
| Negatif kontrol için | 5 diş   |
| Orta süre 30±3 gün   | 20 diş: |
| Test maddesi için    | 10 diş  |
| Pozitif kontrol için | 5 diş   |
| Negatif kontrol için | 5 diş   |
| Uzun süre 90±10 gün  | 20 diş: |
| Test maddesi için    | 10 diş  |
| Pozitif kontrol için | 5 diş   |
| Negatif kontrol için | 5 diş   |

Kaviteler hazırlandıktan sonra, test maddesi uygulanacak kavitelere firmanın önerileri doğrultusunda, ilk önce fırçayla primer mine ve dentinin her ikisine 30 sn. uygulandı ve havayla kurutuldu. Primer daha sonra 20 sn. ışık uygulanarak sertleştirildi. Bu işlemten sonra hibrid iyonomerin ağırlık olarak 2,5/1'lik standart toz/likit oranını oluşturmak için aynı sayı-

---

\* Hibrid iyonomer (Vitremer)  
Toz: EXM 156 Po. 3M dental Products  
Likit: EXM 156 Li. St.Paul. MN USA  
Primer: EXM 156 Pr.  
Bitirme cilası: EXM 156 Fg.

\*\* Silikat simanı (Fritex)  
Toz: 5710286 Spofa Dental PRAHA  
Likit: 5710286

\*\*\* Çinkooksit öjenol simanı (kalzinol)  
Toz: 930420 De Trey Division  
Likit: 921209 Dentsply Limited  
Weybridge, Surrey, England

da toz ölçü kaşığı ve likit damlası kullanılarak materyal karıştırıldı. Karıştırılmış hibrid iyonomerin üzerine şırınganın taşıma ucu bastırılarak materyal dolduruldu ve ucun arka kısmının pistonu itilip bir taşıyıcıya yerleştirildi. Daha sonra kaviteye uygulanan cam iyonomer simanı ışıkla polimerize edildi. Polimerizasyondan sonra su spreyi altında bitirme işlemi yapıldı. Bitirme işleminden sonra yine firmanın önerileri doğrultusunda bitirme cilası, bir fırçayla sürülüp 20 sn. ışıkla polimerize edildi ve işlem bitirildi.

Pozitif kontrol maddesi uygulanacak kavitelere, bir örtücü veya kaide ya da dentine herhangi bir ön uygulama yapmaksızın silikat simanı uygulandı.

Negatif kontrol maddesi uygulanan kavitelere, 30 ve 90 günlük testler için bir çinkooksit öjenol simanı (kalzinol)\* kaide olarak kullanıldı ve kavite amalgamla (Standalloy® F)\*\* restore edildi.

Bu işlemlerden sonra dişler belirtilen gözlem sürelerinin sonunda, dolgu veya kendilerini çevreleyen en yakın bölgeler üzerine doğrudan bir basınçtan kaçınılarak çekildi ve kök kısmının 1/3'ü apikalden kesilerek % 10'luk tamponlanmış formol solüsyonu içine atıldı. 10 günlük bir tespit süresinden sonra % 9'luk EDTA solüsyonunda dekalsifiye edildi. Yeterli dekalsifikasyon sağlandıktan sonra, örnekler bir gece boyunca yıkandı, dereceli alkol serilerinden ve şeffaflaştırma işleminden geçirilerek bloklandı. Bloklanan dişlerden 6-8 µm kalınlığında seri kesitler alındı. Kesitlerin bir kısmı genel bir hücresel değerlendirme için hematoksilen ve eozin (HE) ile, bir kısmı kavite hazırlığının etkilerini incelemek için Masson'un trikrom boyasıyla ve bir kısmı da bakteri tanımını yapmak için Brown ve Brenn metodu ile boyandı. Kesitler Carl Zeiss ışık mikroskobu ile incelendi ve Kodak Gold (100 ASA) filmi ile çeşitli büyütme fotoğrafları alındı.

Kesitlerden elde edilen bulguların değerlendirilmesi FDI tarafından hazırlanan spesifikasyonun "Restore edici maddeler için pulpa ve dentin testleri" bölümünde(59) belirtilen esaslara göre yapıldı.

---

\* Çinkooksit öjenol simanı

Toz: 930420 De Trey Division

Likit: 921209 Dentsply Limited

Weybridge, Surrey, England

\*\* Amalgam (Standalloy® F) 2053113 Degusa AG

Geschäftsbereich Dental  
D-6000 Frankfurt 11

## B U L G U L A R

---

### Uygulamadan 3-5 Gün Sonra Bulgular

#### *Test Maddesi Hibrid İyonomer Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular*

İncelenen 10 dişten elde edilen bulgular Tablo 1'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 0,71-0,51 mm arasında bulundu ve ortalama kalan dentin kalınlığının 0,64 mm olduğu tespit edildi.

Kavite duvarları boyunca ve kavite tabanında bakteri gözlenmedi.

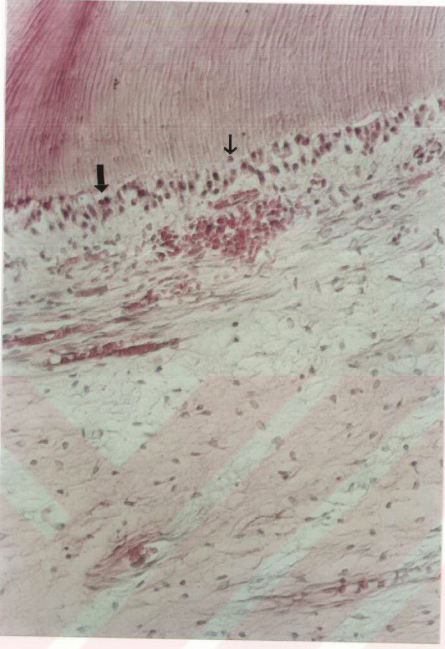
Hematoksilen ve eozinle boyanan kesitlerde 10 dişin hiçbirinde kavite tabanında koyu kenar izlenmedi. Masson'la boyanan kesitlerin hiçbirinde kavite tabanındaki dentinde açık kırmızı kenar gözlenmedi.

Kesilmiş dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmalarında odontoblast çekirdekleri, aynı zamanda komşu odontoblast tabakasında sayıca odontoblastların azlığı 10 dişin 2'sinde saptanmadı, 6 dişte orta derecede, 2 dişte ise az sayıda bu bulgu gözlendi (Resim 1).

Tablo 1: Uygulamadan 3-5 gün sonra bulgular

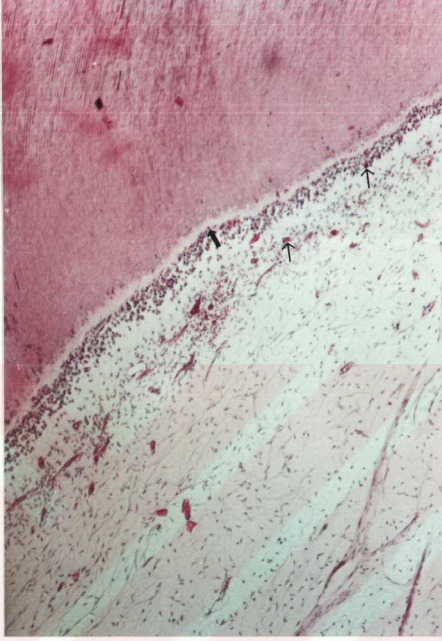
| Kullanılan dolgu maddesi        | Diş kod no. | Dolgu maddesinin ağızda kalma süresi (gün) | Kalan dentin kalınlığı (mm) | Kavite duvarlarında ve tabanında bakteriler | Kavite tabanındaki dentinde |                     | Dentin kanal pulpa taraflarındaki sonlamalarında |                            |                      | Dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlamalar |              |                   | Dentin kanallarının pulpa tarafındaki bölge |   |   | Lamar dışına çıkan eritrositler bölgesinde kahverengi pigment | Onarım dentini yapımı |
|---------------------------------|-------------|--|-----------------------------|---|-----------------------------|---------------------|--|----------------------------|----------------------|--|--------------|-------------------|---|---|---|---|-----------------------|
|                                 |             |  |                             |   | Koyu kenar (HE)             | Açık kenar (Masson) | Odontoblast çekirdekleri                         | Sayısız odontoblast azlığı | Nörofilik lökositler | Odontoblastlar                                   | Eritrositler | sonlamadaki bölge | Odontoblast sayısının artması               | Lamar dışına çıkan eritrositler bölgesinde kahverengi pigment |   |   |                       |
| Vitremer hibrid İyonomer Simanı | 111         | 3  | 0.71                        | -   | -                           | -                   | 0  | 0                          | 0                    | 0  | 0            | 0                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 112         | 3  | 0.51                        | -   | -                           | -                   | 0  | 0                          | 0                    | 0  | 0            | 0                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 113         | 5  | 0.73                        | -   | -                           | -                   | 2  | 2                          | 2                    | 1  | 0            | 0                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 114         | 5  | 0.69                        | -   | -                           | -                   | 2  | 3                          | 2                    | 2  | 2            | 2                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 115         | 4  | 0.63                        | -   | -                           | -                   | 2  | 1                          | 1                    | 1  | 0            | 1                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 116         | 4  | 0.58                        | -   | -                           | -                   | 1  | 0                          | 1                    | 1  | 0            | 1                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 117         | 4  | 0.65                        | -   | -                           | -                   | 1  | 1                          | 1                    | 1  | 0            | 1                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 118         | 4  | 0.66                        | -   | -                           | -                   | 2  | 1                          | 1                    | 1  | 0            | 1                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 119         | 3  | 0.64                        | -   | -                           | -                   | 2  | 2                          | 2                    | 1  | 0            | 1                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 110         | 3  | 0.64                        | -   | -                           | -                   | 2  | 2                          | 2                    | 2  | 0            | 2                 | +   | +   | - | -   | -                     |
| Silikat simanı                  | 121         | 3  | 0.72                        | -   | -                           | -                   | 2  | 2                          | 2                    | 2  | 2            | 2                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 122         | 5  | 1.05                        | -   | -                           | -                   | 2  | 2                          | 1                    | 1  | 2            | 2                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 123         | 3  | 0.62                        | -   | -                           | -                   | 2  | 2                          | 1                    | 1  | 2            | 2                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 124         | 3  | 0.74                        | -   | -                           | -                   | 3  | 2                          | 3                    | 3  | 2            | 3                 | +   | +   | - | -   | -                     |
|                                 | 125         | 5  | 0.66                        | -   | -                           | -                   | 3  | 3                          | 2                    | 2  | 2            | 2                 | +   | +   | - | -   | -                     |
| Çinkooksit öjenol simanı        | 131         | 3  | 0.67                        | -   | -                           | -                   | 1  | 0                          | 0                    | 0  | 0            | 0                 | -   | -   | - | -   | -                     |
|                                 | 132         | 5  | 0.83                        | -   | -                           | -                   | 1  | 0                          | 0                    | 0  | 0            | 0                 | -   | -   | - | -   | -                     |
|                                 | 133         | 3  | 1.28                        | -   | -                           | -                   | 1  | 0                          | 0                    | 0  | 0            | 0                 | -   | -   | - | -   | -                     |
|                                 | 134         | 3  | 0.71                        | -   | -                           | -                   | 1  | 0                          | 0                    | 0  | 0            | 0                 | -   | -   | - | -   | -                     |
|                                 | 135         | 3  | 1.29                        | -   | -                           | -                   | 1  | 0                          | 0                    | 0  | 0            | 0                 | -   | -   | - | -   | -                     |

0: Yok, 1: az sayıda, 2: orta derecede, 3: çok sayıda



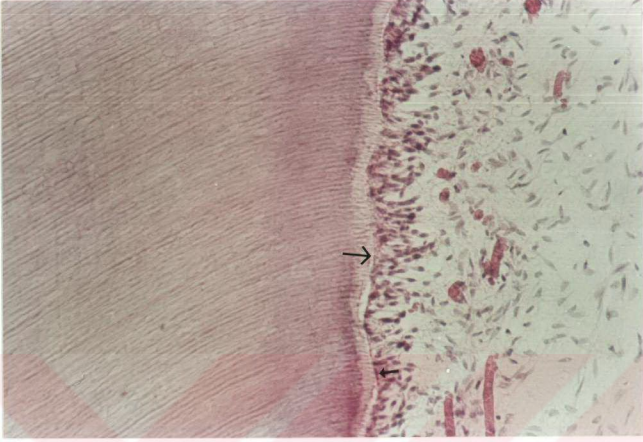
Resim 1 : 115 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 4 gün sonra dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmalarında odontoblast çekirdekleri ( → ), aynı zamanda komşu odontoblast tabakasında sayıca odontoblastların azlığı ( →→), HE, x200.

Dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmaları bölgesinde eritrositlere 10 dişin 2'sinde raştlanmadı. 6 dişte az sayıda, 2 dişte ise orta derecede bu bulgu izlendi (Resim 2).



Resim 2 : 118 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 4 gün sonra, dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmaları bölgesinde eritrositler (→) ve kanla dolu kapiller (→), HE, x60.

Pre-dentin boyunca nötrofilik lökositler 10 dişin hiçbirinde saptanmadı. Kesilmiş dentin kanallarına komşu odontoblast tabakasında yer değiştirmiş odontoblastlar ve eritrositler 10 dişin 1'inde izlenmedi. 4 dişte az sayıda, 2 dişte ise orta derecede hücrelerin yer değiştirdiği gözlendi (Resim 3). 1 dişte sadece odontoblastların, 2 dişte ise yalnız eritrositlerin yer değiştirdiği saptandı.



Resim 3 : 114 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 5 gün sonra dentin kanallarına komşu odontoblast tabakasında yer değiştirmiş odontoblastlar (→) ve eritrositler (→), HE, x200.

Dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerlere 10 dişin 7'sinde rastlandı.

Hiç bir dişte getirici damarlarda nötrofilik lökosit sayısının artışı saptanmadı.

İncelenen 10 dişin hiçbirinde damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment bulgusuna rastlanmadı.

Onarım dentini yapımı dişlerin hiçbirinde gözlenmedi.

*Pozitif Kontrol Maddesi Olarak Silikat Simanı Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular*

Bu grupta incelenen 5 dişten elde edilen bulgular Tablo 1'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 0.62-1.05 mm arasında tespit edildi ve ortalama kalan dentin kalınlığı 0.76 mm olarak saptandı.

İncelenen dişlerin hiçbirinde kavite duvarlarında ve tabanında bakterilere rastlanmadı.

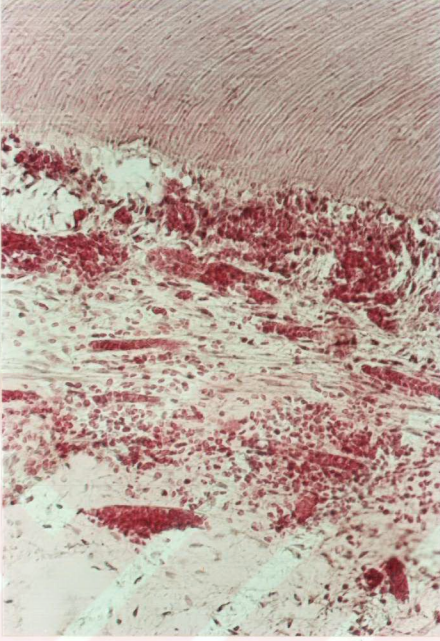
Dişlerin hiçbirinde hematoksilen ve eozinle boyanan kesitlerde kavite tabanındaki dentinde koyu kenar ve Masson'la boyanmış kesitlerde ise açık kırmızı kenar izlenmedi.

Dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmalarında odontoblast çekirdekleri ve aynı zamanda odontoblast tabakasında sayıca odontoblastların azlığı incelenen 5 dişin 3'ünde orta derecede, 1'inde ise ileri derecede saptandı. 1 dişte ise dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmalarında ileri derecede odontoblast çekirdeklerine ve orta derecede odontoblastların sayıca azlığına rastlandı.

Dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmaları bölgesinde eritrositler 5 dişin 2'sinde az sayıda, 2 tanesinde orta derecede, 1'inde ise çok sayıda gözlemlendi.

Predentin boyunca nötrofilik lökositlere incelenen 5 dişin 3'ünde az sayıda, 2 tanesinde ise orta derecede rastlandı (Resim 4). Dentin kanallarına komşu odontoblast tabakasında yer değiştirmiş odontoblastlar 4 dişte orta derecede, 1 dişte ise az sayıda gözlemlendi. Eritrositler ise 4 dişte orta derecede, 1 dişte ise ileri derecede görüldü.





Resim 4 : 122 no.lu diş; silikat simanı uygulandıktan 5 gün sonra pulpanın görünümü, HE, x200.

Dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerler incelenen 5 dişte de gözlendi.

Hiçbir dişte getirici damarlarda nötrofilik lökosit sayısının artışı izlenmedi.

Damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment bulgusuna 5 dişte de rastlanmadı.

İncelenen 5 dişin hiçbirinde onarım dentini yapımı saptanmadı.

*Negatif Kontrol Maddesi Olarak Çinkooksit Öjenol Simanı Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular*

Bu grupta incelenen 5 dişte saptanan bulgular Tablo 1'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 1,29-0,67 mm arasında olduğu ve ortalama kalan dentin kalınlığı ise 0.96 mm bulundu.

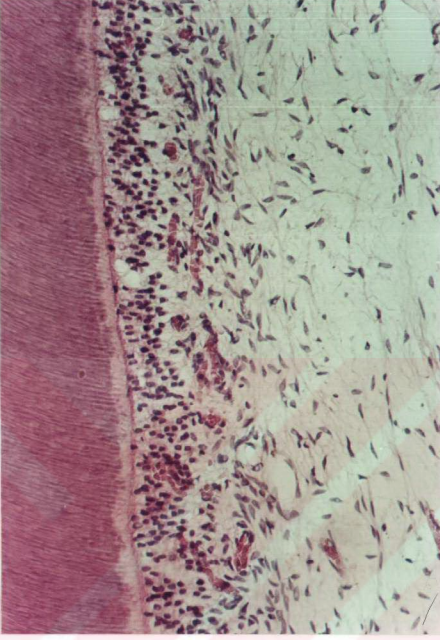
İncelenen 5 dişin hiçbirinde kavite duvarlarında ve kavite tabanında bakterilere rastlanmadı.

Hematoksilen ve eozinle boyanmış kesitlerde hiçbir dişte kavite tabanındaki dentinde koyu kenar gözlenmedi, Masson'la boyanan kesitlerde kavite tabanında açık kırmızı kenar görülmedi.

Dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmalarında odontoblast çekirdekleri 5 dişte az sayıda saptandı. Komşu odontoblast tabakasında odontoblastların sayıca azlığı ise hiçbir dişte gözlenmedi.

Dentin kanallarının pulpa tarafındaki sonlanmaları bölgesinde eritrositlere hiçbir dişte rastlanmadı.

Predentin boyunca nötrofilik lökositler incelenen 5 dişte de görülmedi. Kesilmiş dentin kanallarına komşu odontoblast tabakasında yer değiştirmiş odontoblastlar 5 dişte de az sayıda saptandı (Resim 5), eritrositler ise hiçbir dişte görülmedi.



Resim 5 : 135 no.lu diş; çinkooksit öjenol simanı uygulandıktan 3 gün sonra dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerin görünümü, HE, x200.

Dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerlere incelenen 5 dişte de rastlanmadı.

5 dişin hiçbirinde getirici damarlarda nötrofilik lökosit sayısının artışı izlenmedi.

Damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment bulgusu incelenen 5 dişin hiçbirinde de görülmedi.

Dişlerin hiçbirinde onarım dentini yapımı saptanmadı.

### Uygulamadan 30±3 Gün Sonra Bulgular

#### *Test Maddesi Hibrid İyonomer Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular*

Bu grupta incelenen 10 dişte saptanan bulgular Tablo 2'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 0.64-1.35 mm arasında saptandı ve ortalama kalan dentin kalınlığının 0.95 mm olduğu saptandı.

İncelenen dişlerin hiçbirinde kavite duvarlarında ve kavite tabanında bakteri gözlenmedi.

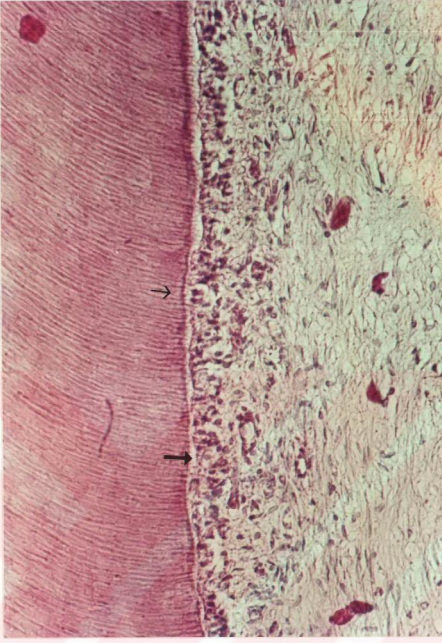
Hematoksilen ve eozinle boyanan kesitlerde dişlerin kavite tabanındaki dentinde koyu kenar ve Masson ile boyanmış kesitlerde kavite tabanında açık kırmızı kenar izlenmedi.

10 dişin 2'sinde dentin kanalları içindeki hücre artıklarının sayılarında, 10 dişin 5'inde ise dentin kanalları altındaki odontoblast hücrelerinin sayılarında azalma görüldü. Sadece 2 dişte her iki bulgu birlikte görüldü (Resim 6).

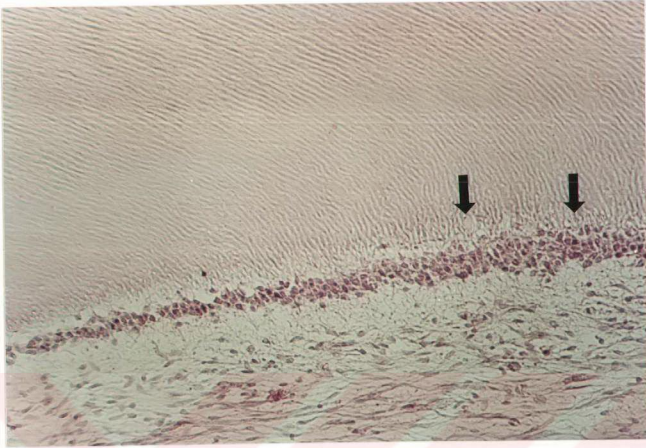
Predentinde az ve düzensiz dentin kanalları 10 dişin 6'sında az sayıda tespit edildi (Resim 7).

Kesilmiş dentin kanallarının sonlandığı pulpa bölgesinde predentin boyunca hem nötrofilik hem de eozinofilik lökositlere 1 dişte az sayıda rastlandı. Sadece nötrofilik lökosit 5 dişte az sayıda, 2 dişte ise orta derecede gözlemlendi (Resim 8). İncelenen 10 dişin 2'sinde bu bulgu saptanmadı.





Resim 6 : 217 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 31 gün sonra dentin kanalları içindeki hücre artıklarının ( → ) ve bu kanalların altındaki odontoblast hücrelerinin sayılarında azalma (→), HE, x200.

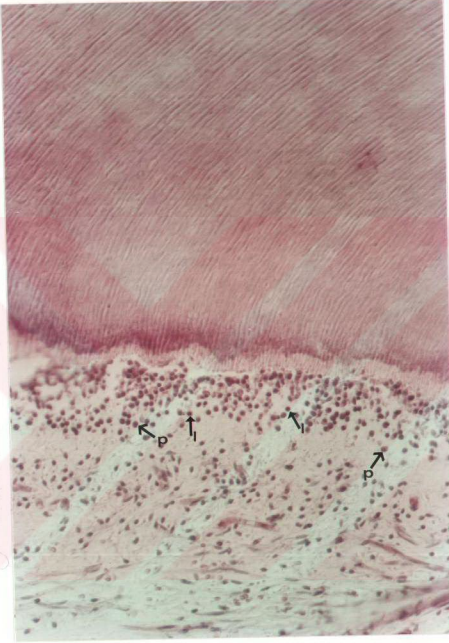


Resim 7 : 210 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 27 gün sonra prederentinde az ve düzensiz dentin kanalları (→), HE, x200.



Resim 8 : 211 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 31 gün sonra dentin kanallarının sonlandığı pulpa bölgesinde prederentin boyunca ntrofillik lökositler (→), Masson, x200.

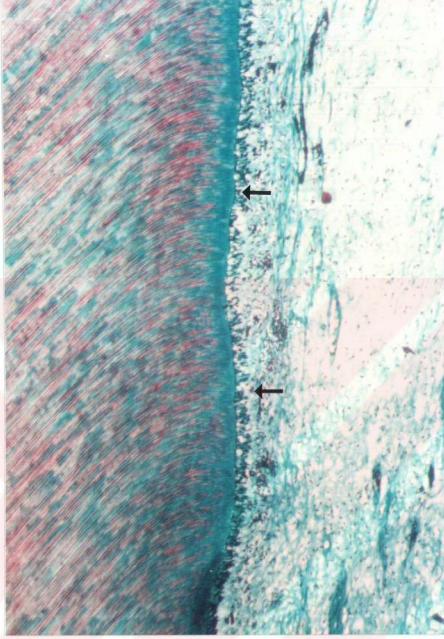
Kronik iltihap hücrelerinden lenfositler ve plazma hücrelerine 10 dişin 4'ünde az sayıda rastlandı (Resim 9). 4 dişte sadece az sayıda lenfosit gözlemlendi. 10 dişin hiçbirinde makrofaj ve yabancı hücreler saptanmadı. İltihap hücrelerinde mitoz 10 dişin hiçbirinde izlenmedi.



Resim 9 : 214 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 32 gün sonra kronik iltihap hücrelerinden lenfositler (l) ve plazma hücreleri (p), HE, x200.



İncelenen 10 dişin 7'sinde dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerler görüldü (Resim 10).



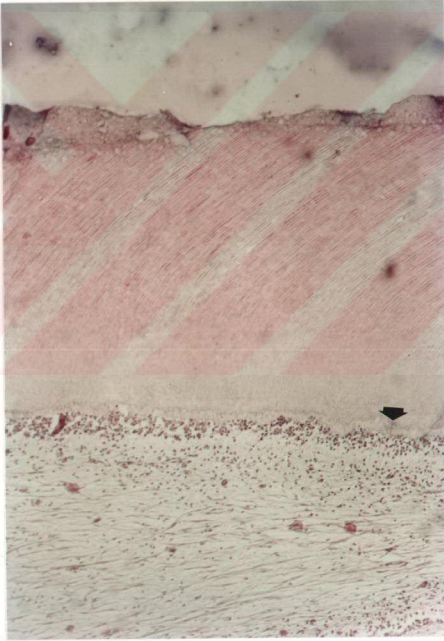
Resim 10 : 215 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 30 gün sonra dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerler (→), Masson, x60.


Hiçbir dişte getirici damarlarda nötrofilik lökositlerin sayıca artışı gözlenmedi.

Damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment bulgusuna hiçbir dişte rastlanmadı.

İncelenen dişlerin hiçbirinde kavite altındaki bölgede bulunan damarların içinde ve çevresinde kahverengi pigment oluşumu saptanmadı.

Onarım dentini yapımı 10 dişin 5'inde görüldü (Resim 11).



Resim 11 : 213 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 31 gün sonra onarım dentini yapımı (  ), HE, x60.

*Pozitif Kontrol Maddesi Olarak Silikat Simanı Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular*

Bu grupta incelenen 5 dişten saptanan bulgular Tablo 2'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 0,50-1.33 mm arasında tespit edildi ve ortalama kalan dentin kalınlığı 0.86 mm bulundu.

Dişlerin hiçbirinde kavite duvarları boyunca ve kavite tabanında bakteri izlenmedi.

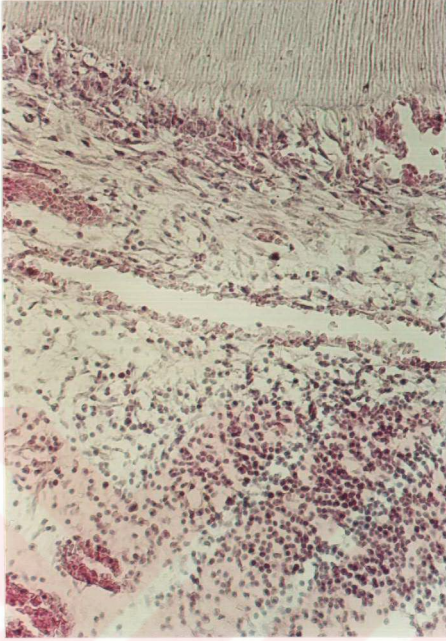
Hematoksilen ve eozinle boyanan kesitlerde dişlerin hiçbirinde kavite tabanındaki dentinde koyu kenar ve Masson'la boyanmış kesitlerde ise kavite tabanındaki dentinde açık kırmızı kenar gözlenmedi.

Dentin kanalları içindeki hücre artıklarının ve bu kanalların altındaki odontoblast hücrelerinin sayılarında azalma incelenen 5 dişin 4'ünde görüldü, diğer 1 dişte ise sadece odontoblast hücrelerinin sayılarında azalma saptandı.

Predentinde az ve düzensiz dentin kanalları 5 dişte de az sayıda gözlendi.

Dentin kanallarının sonlandığı pulpa bölgesinde predentin boyunca nötrofilik lökositler 5 dişte de az sayıda saptandı. Eozinofilik lökositlere ise hiçbir dişte rastlanmadı.

Kronik iltihap hücrelerinden lenfositler, makrofajlar ve plazma hücreleri 5 dişten 1'inde az sayıda gözlendi (Resim 12). Sadece lenfositler ve plazma hücreleri 4 dişte az sayıda izlenirken, yabancı hücrelere hiçbir dişte rastlanmadı. İltihap hücrelerinde mitoz da hiçbir dişte görülmedi.



Resim 12: 224 no.lu diş; silikat simanı uygulandıktan 30 gün sonra pulpanın görünümü, HE, x200.

Dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerler incelenen 5 dişte de görüldü.

İncelenen dişlerin 2'sinde getirici damarlarda nötrofilik lökositlerin sayıca artışı saptandı.

Damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment oluşumuna 5 dişin hiçbirinde rastlanmadı.

İncelenen dişlerin hiçbirinde kavite altındaki bölgede bulunan damarların içinde ve çevresinde kahverengi pigment bulgusu gözlenmedi.

Onarım dentini yapımı 5 dişten 4'ünde görüldü.

*Negatif Kontrol Maddesi Olarak Çinkooksit Öjenol Simanı Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular*

Bu grupta incelenen 5 dişten saptanan sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 0.65-1.21 mm arasında tespit edildi ve ortalama kalan dentin kalınlığının 0.88 mm olduğu saptandı.

Dişlerin hiçbirinde kavite duvarları boyunca ve kavite tabanında bakteri gözlenmedi.

Hematoksilen ve eozinle boyanmış kesitlerde dişlerin hiçbirinde kavite tabanındaki dentinde koyu kenar ve Masson ile boyanan kesitlerde kavite tabanında açık kırmızı kenar izlenmedi.

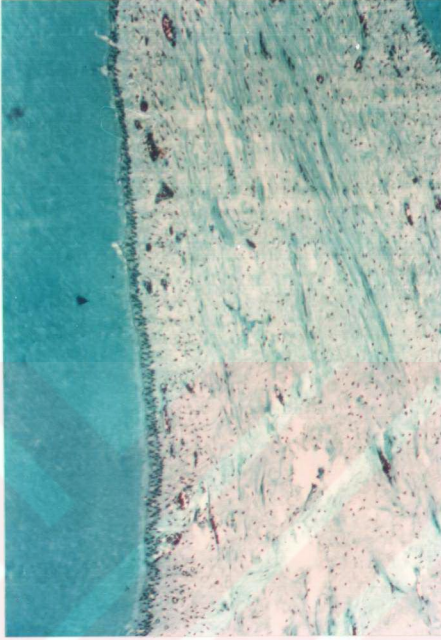
Dentin kanalları içinde hücre artıklarının sayılarında azalma 5 dişin 2'sinde görüldü ve bu kanalların altındaki odontoblast hücrelerinin sayılarında ise sadece 1 dişte azalma saptandı. 3 dişte ise bu bulguya rastlanmadı.

Predentinde az ve düzensiz dentin kanalları incelenen 5 dişin 4'ünde az sayıda bulundu.

Dentin kanallarının sonlandığı pulpa bölgesinde predentin boyunca nötrofilik ve eozinofilik lökositler dişlerin hiçbirinde gözlenmedi.

Kronik iltihap hücrelerinden lenfositlere incelenen 5 dişin 1'inde rastlandı. Makrofajlar, plazma hücreleri ve yabancı hücreler ise hiçbir dişte görülmedi. 5 dişin hiçbirinde iltihap hücrelerinde mitoz izlenmedi.

Kesilmiş dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerler incelenen 5 dişin 3'ünde görüldü (Resim 13).



Resim 13 : 231 no.lu diş; çinkooksit öjenol simanı uygulandıktan 32 gün sonra pulpanın görünümü, Masson, x60.

Getirici damarlarda nötrofilik lökosit sayısının artışı hiçbir dişte gözlenmedi.

Hiçbir dişte damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment oluşumu görülmedi.

Kavite altındaki bölgede bulunan damarların içinde ve çevresinde kahverengi pigment bulgusuna incelenen dişlerin hiçbirinde rastlanmadı.

Tüm dişlerde onarım dentini yapımı saptandı.

### Uygulamadan 90±10 Gün Sonra Bulgular

#### *Test Maddesi Hibrid İyonomer Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular*

Bu grupta incelenen 10 dişten saptanan bulgular Tablo 3'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 0.51-1.42 mm arasında tespit edildi ve ortalama kalan dentin kalınlığının 0.93 mm olduğu bulundu.

Dişlerin hiçbirinde kavite duvarlarında ve tabanında, dentin kanalları çevresinde bakteri gözlenmedi.

Hematoksilen ve eozinle boyanan kesitlerde dişlerin hiçbirinde kavite tabanındaki dentinde koyu kenar ve Masson'la boyanmış kesitlerde kavite tabanında açık kırmızı kenar görülmedi.

Kesilmiş dentin kanalları içinde hücre kalıntılarına 10 dişin 3'ünde rastlandı (Resim 14).

Dentin ve predentinde düzensizlik ve dentin kanallarının azlığı 10 dişin 4'ünde az sayıda gözlemlendi (Resim 15).

Kesilmiş dentin kanallarının sonlandığı pulpa bölgesinde nötrofilik lökositler 10 dişin 4'ünde az sayıda izlendi (Resim 16), eozinofilik lökositler ise hiçbir dişte gözlenmedi.

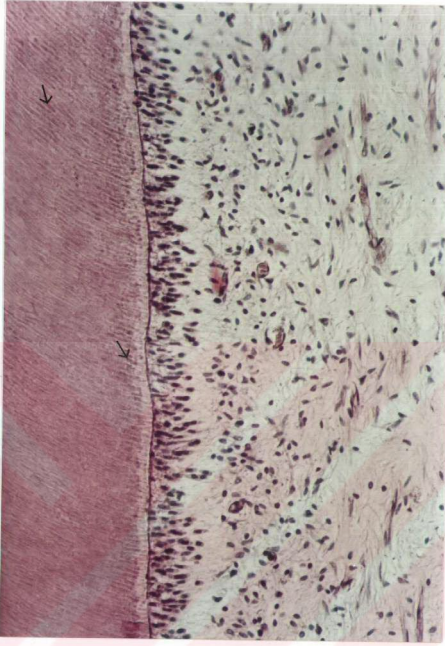
Kronik iltihap hücrelerinden lenfositler, makrofajlar, plazma hücreleri ve mast hücreleri 10 dişin 6'sında saptanmadı, bu hücrelere 10 dişin 1'inde az sayıda rastlandı (Resim 17). 2 dişte az sayıda lenfosit, 1 dişte ise az sayıda lenfosit, plazma hücresi ve mast hücresi belirlendi. İncelenen hiçbir dişte yabancı hücreler tespit edilmedi. 10 dişten hiçbirinde iltihap hücrelerinde mitoz görülmedi.

Tablo 3 : Uygulamadan 90±10 gün sonra bulgular

| Kullanılan dolgu maddesi       | Diğ kod no. | Doğu maddesinin ıkgzta kalma kalma kalma sıvısı (gün) | Kalan dentin kalınlığı (mm) | Kavite tabanındaki dentinde |                             | Dentin ve predentinde | Dentin kanalları azalma |                   | Eozinofilik lökositler | Kronik iltihap hücreleri |                        |             |             |                  |                  | Dentin kanalları içinde bulunan pulpa hümörleri | Lökosit sayısının artması | Damar dışına çıkma kabareği pigmenti | Kavite altındaki bölgede damarların içinde ve çevresinde kabareği pigmenti | Onarım dentin yapımı |                |              |   |   |
|--------------------------------|-------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|---|---------------------------|--------------------------------------|--|----------------------|----------------|--------------|---|---|
|                                |             |   |                             | Koyu kenar (HB)             | Açık kenarlı kenar (Hasson) |                       | Düzensizlik             | Kanallarda azalma |                        | Nötrofilik lökositler    | Eozinofilik lökositler | Lengositler | makrofüjlar | Plazma hücreleri | Yabancı hücreler |   |                           |                                      |  |                      | Mast hücreleri | Hücrede mlaz |   |   |
| Vitimer hibril dyonomer simanı | 311         | 91  | 0.84                        |                             |                             | 2                     | 1                       | 1                 | 0                      | 1                        | 0                      | 0           | 0           | 1                | 0                | 0   | 1                         |                                      |  |                      |                | +            |   |   |
|                                | 312         | 89  | 0.97                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 1                         | 1                                    | 0  | 0                    | 0              | 1            | + |   |
|                                | 313         | 91  | 0.77                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |
|                                | 314         | 89  | 0.91                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |
|                                | 315         | 90  | 1.42                        |                             |                             | 1                     | 1                       | 1                 | 1                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 1                         | 1                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 0 | + |
| Vitimer hibril dyonomer simanı | 316         | 92  | 1.01                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |
|                                | 317         | 91  | 1.35                        |                             |                             | 1                     | 1                       | 1                 | 1                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 1                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 0 | + |
|                                | 318         | 94  | 0.86                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 1                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 1                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |
|                                | 319         | 89  | 0.68                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 0 | + |
|                                | 310         | 89  | 0.51                        |                             |                             | 1                     | 1                       | 1                 | 1                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 1                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 0 | + |
| Silikat simanı                 | 321         | 92  | 0.89                        |                             |                             | 2                     | 2                       | 1                 | 0                      | 2                        | 1                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 1   | 0                         | 1                                    | 0  | 1                    | 0              | 1            | 1 | + |
|                                | 322         | 92  | 0.78                        |                             |                             | 2                     | 2                       | 1                 | 0                      | 1                        | 0                      | 1           | 1           | 1                | 1                | 0   | 1                         | 1                                    | 0  | 1                    | 0              | 1            | 1 | + |
|                                | 323         | 94  | 0.60                        |                             |                             | 1                     | 1                       | 1                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 2           | 2                | 0                | 2   | 1                         | 1                                    | 1  | 0                    | 0              | 1            | 1 | + |
|                                | 324         | 94  | 0.75                        |                             |                             | 1                     | 1                       | 1                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 1           | 1                | 1                | 0   | 1                         | 1                                    | 1  | 0                    | 0              | 1            | 1 | + |
|                                | 325         | 95  | 0.56                        |                             |                             | 1                     | 1                       | 1                 | 1                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 1   | 1                         | 1                                    | 0  | 0                    | 0              | 1            | 1 | + |
| Çinkooksit                     | 331         | 90  | 0.76                        |                             |                             | 1                     | 1                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |
|                                | 332         | 90  | 0.63                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |
|                                | 333         | 90  | 1.05                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |
|                                | 334         | 94  | 0.56                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |
|                                | 335         | 94  | 2.94                        |                             |                             | 0                     | 0                       | 0                 | 0                      | 0                        | 0                      | 0           | 0           | 0                | 0                | 0   | 0                         | 0                                    | 0  | 0                    | 0              | 0            | 1 | + |

0: Yok, 1: az sayıda, 2: orta derecede, 3: çok sayıda

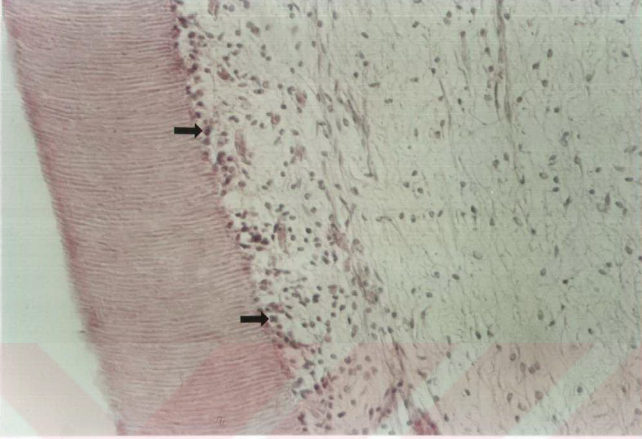




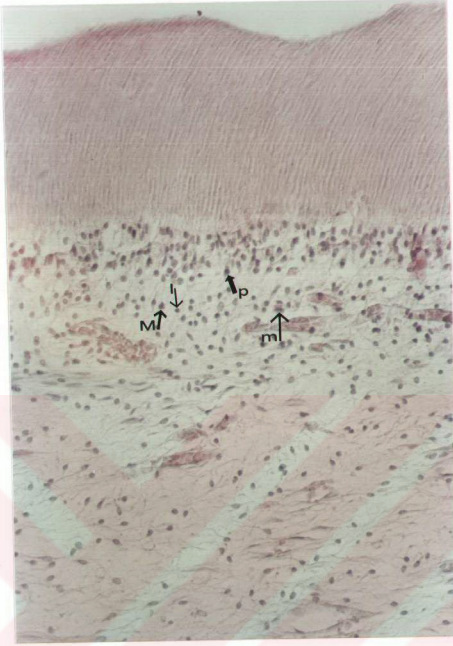
Resim 14 : 314 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 89 gün sonra kesilmiş dentin kanalları içinde hücre kalıntıları ( → ), HE, x200.



Resim 15 : 316 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 92 gün sonra dentin ve predentinde düzensizlik ve dentin kanallarının azlığı (→), HE, x20.



Resim 16 : 310 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 89 gün sonra dentin kanallarının sonlandığı pulpa bölgesinde nötrofilik lökositler (→), HE, x200.



Resim 17 : 310 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 89 gün sonra pulpada kronik iltihap hücreleri (l: lenfosit, m: makrofaj, p: plazma hücresi, M: mast hücresi), HE, x200.

Kesilmiş dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerlere incelenen 10 dişin 6'sında rastlandı (Resim 18).

Getirici damarlarda nötrofilik lökosit sayısının artışı hiçbir dişte izlenmedi.

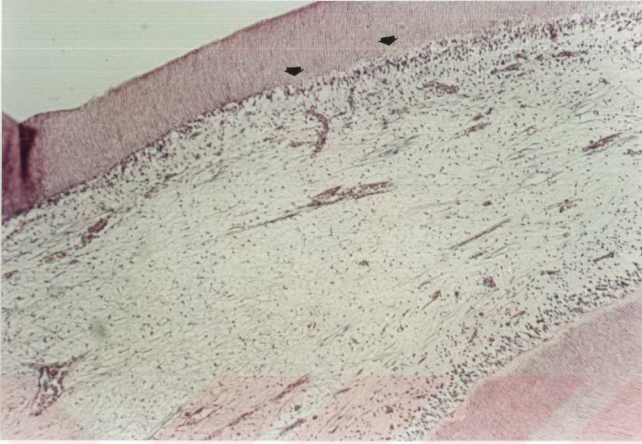
Damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment bulgusu incelenen hiçbir dişte gözlenmedi.



Resim 18 : 314 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 89 gün sonra dentin kanallarının pulpa-  
da sonlandığı bölgelerde kanla dolu kapillerler (→), HE, x60.

Hiçbir dişte kavite altındaki bölgede bulunan damarların içinde  
ve çevresinde kahverengi pigment oluşumu saptanmadı.

2 dişte onarım dentini yapımı görüldü (Resim 19).



Resim 19 : 310 no.lu diş; Vitremer uygulandıktan 89 gün sonra onarım dentini yapımı ( ◆ ), HE, x60.

***Pozitif Kontrol Maddesi Olarak Silikat Simanı Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular***

Bu grupta incelenen 5 dişten saptanan bulgular Tablo 3'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 0.56-0.89 mm arasında saptandı ve ortalama kalan dentin kalınlığının 0.72 mm olduğu bulundu.

İncelenen 5 dişin hiçbirinde kavite tabanındaki dentin boyunca ve dentin kanalları çevresinde bakteriler gözlenmedi.

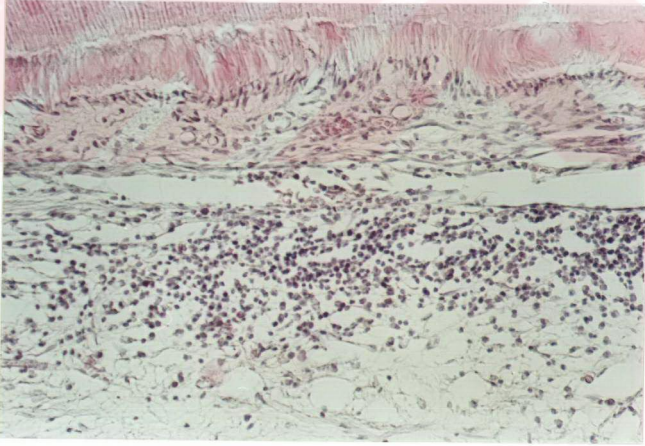
Hematoksilen ve eozinle boyanan kesitlerde dişlerin hiçbirinde kavite tabanındaki dentinde koyu kenar ve Masson ile boyanmış kesitlerde kavite tabanında parlak kırmızı kenar izlenmedi.

4 dişte kesilmiş dentin kanalları içinde hücre kalıntılarına rastlandı.

Dentin ve predentinde düzensizlik ve dentin kanallarında azalma incelenen 5 dişin 3'ünde az sayıda, 2'sinde ise orta derecede gözlemlendi.

Kesilmiş dentin kanallarının sonlandığı pulpa bölgesinde nötrofilik lökositler 5 dişte de az sayıda görüldü, eozinofilik lökositler ise hiçbir dişte tespit edilmedi.

Kronik iltihap hücrelerinden lenfositler, makrofajlar, plazma hücreleri ve mast hücreleri 3 dişte az sayıda saptandı (Resim 20a). 1 dişte az sayıda lenfosit ve mast hücreleri, orta derecede makrofaj ve plazma hücreleri belirlendi. 1 dişte ise orta derecede lenfositler ve az sayıda makrofajlar, plazma hücreleri ve mast hücreleri izlendi. Hiçbir dişte yabancı hücrelere rastlanmadı. İncelenen dişlerin hiçbirinde iltihap hücrelerinde mitoz gözlemlenmedi.



Resim 20a : 325 no.lu diş; silikat simanı uygulandıktan 95 gün sonra pulpanın görünümü, HE, x200.

Kesilmiş dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerler 5 dişin 4'ünde saptandı.

Hiçbir dişte getirici damarlarda nötrofilik lökosit sayısının artışı görülmedi.

İncelenen dişlerin hiçbirinde damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment bulgusuna rastlanmadı.

Hiçbir dişte kavite altındaki bölgede bulunan damarların içinde ve çevresinde kahverengi pigment oluşumu izlenmedi.

5 dişin 4'ünde onarım dentini yapımı saptandı (Resim 20b).



Resim 20b : 325 no.lu diş; silikat simanı uygulandıktan 95 gün sonra pulpanın görünümü, Masson, x200.



*Negatif Kontrol Maddesi Olarak Çinkooksit Öjenol Simanı Uygulanmış Dişlerden Elde Edilen Bulgular*

Bu grupta incelenen 5 dişten saptanan bulgular Tablo 3'de gösterilmiştir.

Kavite tabanı ile pulpa arasında kalan dentin kalınlığı 0.56-1.05 mm arasında tespit edildi ve ortalama kalan dentin kalınlığının 0.79 mm olduğu bulundu.

Hiçbir dişte kavite tabanındaki dentin boyunca ve dentin kanalları çevresinde bakteriler görülmedi.

Hematoksilen ve eozinle boyanan kesitlerde dişlerin hiçbirinde kavite tabanındaki dentinde koyu kenar ve Masson ile boyanan kesitlerde kavite tabanında parlak kırmızı kenar izlenmedi.

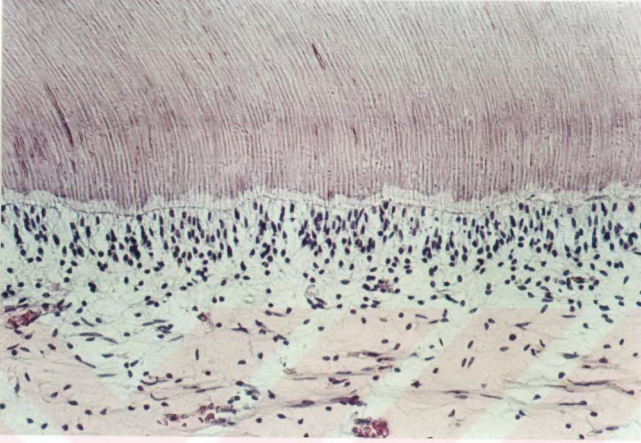
Kesilmiş dentin kanalları içinde hücre kalıntılarına hiçbir dişte rastlanmadı.

Dentin ve predentinde düzensizlik ve dentin kanallarının azlığı incelenen 5 dişin 1'inde saptandı (Resim 21).

Hiçbir dişte dentin kanallarının sonlandığı pulpa bölgesinde nötrofilik ve eozinofilik lökositler gözlenmedi.

Lenfositler, makrofajlar, plazma hücreleri, yabancı hücreler, mast hücreleri ve iltihap hücrelerinde mitoz incelenen dişlerin hiçbirinde görülmedi.

Hiçbir dişte kesilmiş dentin kanallarının pulpada sonlandığı bölgelerde kanla dolmuş kapillerler izlenmedi.



Resim 21 : 331 no.lu diş; çinkooksit öjenol simanı uygulandıktan 90 gün sonra pulpanın görünümü, HE, x200.

İncelenen dişlerin hiçbirinde getirici damarlarda nötrofilik lökositlerin sayıca artışına rastlanmadı.

Damar dışına çıkmış eritrositler bölgesinde kahverengi pigment bulgusu hiçbir dişte saptanmadı.

Kavite altındaki bölgede bulunan damarların içinde ve çevresinde kahverengi pigment oluşumu hiçbir dişte görülmedi.

İncelenen 5 dişin 2'sinde onarım dentini yapımına rastlandı.

## TARTIŞMA

Vitremer isimli üçlü polimerize bir hibrid iyonmerin pulpa-dentin kompleksi üzerindeki etkileri, yaşları 10-22 arasında değişen hastaların ortodontik nedenlerle çekilen sağlam dişlerinde incelendi. Kavitelerin hazırlanması, kontrol maddelerinin seçimi, histolojik preparatların hazırlanması FDI spesifikasyonuna(59) göre yapıldı.

FDI spesifikasyonu, dişlerinden yararlanılan hastaların yaşları ile ilgili bir sınırlama getirmemiştir. Sadece ortodontik ve protetik nedenlerle çekilen dişlerin kullanılabilceği belirtilmiştir. Ayrıca klinik olarak sağlam, yüzeysel atrizyondan fazla bir patolojiye sahip olmayan çürüksüz dişlerden yararlanılabileceği vurgulanmıştır(59). İncelememiz kapsamına alınan 24 hastanın ortodontik nedenle çekimine karar verilen dişleri kullanılmıştır ve hastaların yaşları 10-22 arasında değişmektedir. Yaşlı bireylerdeki dişlerin çürük, abrazyon ve erozyon içermeseler bile, yaş artışıyla birlikte daha az geçirgen, sert ve sklerotik oldukları ve zararlı etkenlere karşı diş ve pulpanın direncinin arttığı bildirilmiştir. Bu nedenle genç hastaların dişlerinin kullanılması önerilmektedir(6,159).

FDI'a spesifikasyonuna göre, eğer üretici özel metodlar ya da materyalin konulmasından evvel kavite tabanındaki dentinin ön işlemi için çeşitli uygulamalar öneriyorsa, bu prosedürlerin yerine getirilmesi vurgulanmaktadır(59). Çalışmamızda da üreticinin önerileri doğrultusunda, Vit-

remer isimli hibrid iyonomer test materyali uygulanmadan önce, mine ve dentinin her ikisine 30 sn. Vitremer primer uygulandı ve havayla kurutuldu. Daha sonra 20 sn. ışık uygulanarak sertleştirildi. Üretici firma Vitremer primer'in görevini; dolgu maddesinin kolay yapışması için dış yüzeylerini yeterli olarak ıslatmak ve smear tabakasını değiştirmek olarak açıklamaktadır. FDI spesifikasyonu(59), ön işlem ile oluşan bütün reaksiyonların, üreticinin önerilerine göre kullanılan materyalin kendisiyle ilgili olduğunu ve 90 günde pulpada görülen etkilerin, bu materyal ve uygulamaya gösterilen gerçek toplamı cevabı oluşturduğunu ifade etmektedir. Brouillet ve Koubi (1994), polimerize olmuş primer'in cam iyonomer simanından açığa verilen fluorür iyonlarının enzimatik engelleme davranışlarına karşı biyolojik bir engel gibi hareket ettiğini belirtmektedirler(21).

Deney ve kontrol materyallerinin uygulanacağı 5. sınıf kavitelelerin, su spreyi altında yeni elmas frezlerle hazırlanması, her iki yan yüzeye uzanacak genişlikte olması ve derinliğinin, kavite tabanı dentinin 1/3'üne uzanacak şekilde ve kalan dentin kalınlığının 1 mm olması önerilmiştir(59). Çalışmamızda kavite derinliği tüm örneklerde aynı tutulmaya çalışılmıştır ve kalan dentin kalınlığı 0.5 mm ile 1 mm arasında değişmektedir.

Kalan dentin kalınlığı azaldıkça, iltihabi reaksiyon derecesinin artacağı, yavaş devirli turla soğutma yapmaksızın 0.5 mm dentin kalıncaya kadar inildiğinde, bundan sonra her 0.1 mm'de iltihaba bağlı reaksiyonların derecesinin önemli ölçüde artacağı belirtilmiş ve kalan dentin kalınlığının 0.5 mm'nin altında olması halinde dolgu maddesinin pulpada oluşturacağı etkilerin, kavite hazırlanmasına bağlı reaksiyonlarla karıştırılacağı bildirilmiştir(182). Diğer taraftan kalan dentin kalınlığı 2 mm'nin üzerinde olduğunda, dolgu maddelerinin etkisinin pulpaya yeterince ulaşamayacağı vurgulanmaktadır(6,182). Kalan dentin kalınlığı 0.5 mm - 2 mm arasında bulunması halinde, dolgu maddelerin oluşturacağı reaksiyonların, diğer etkenlerin oluşturacağı reaksiyonlardan büyük ölçüde ayırt edilebileceği ifade edilmektedir.

Langeland (1959), kavite hazırlanmasına bağlı değişimlerin,

6000 rpm ve sıcak hava buharında dentin kanallarına odontoblast hücrelerinin kaçması,odontoblast tabakasında azalma ve hiperemi belirtisi olan kanla dolu kapillerler gibi reaksiyonlara neden olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, 50.000 rpm ve sürekli su soğutmasında odontoblast tabakasında vakuoller ve boşlukların oluştuğunu saptamıştır(105).

Seltzer ve ark. (1961), yüksek turda ve su soğutması altında kavite açılmasının, pulpaya gelen basıncı ve sıcaklığı azaltacağını ve buna bağlı olarak pulpada oluşacak olumsuz etkilerin daha az olacağını ifade etmişlerdir(149).

Stanley ve Swerdlow (1964), uygun su soğutması verildiğinde, kıyaslanabilir dentin kalınlıklarında, yüksek turlu tekniklere pulpa cevabının şiddetinin, düşük turlu tekniklere olan cevaptan belirgin şekilde az olduğunu bildirmektedirler(163). Brown ve ark. (1978), dentinin kuru olarak kesilmesinden kaynaklanan sıcaklığın, pulpaya 1-2 mm yaklaşıması halinde pulpa zararı için çok önemli bir neden oluşturacağını ifade etmektedirler(22). Goodis ve ark. (1988), pulpa-dentin kompleksinin dinamik yapıda olması nedeniyle, kavite hazırlanması ile oluşan sıcaklığı dağıtma yeteneğine sahip olduğunu ve düşük düzeyde soğutma uygulamasının bile sıcaklığı düşürdüğünü belirtmişlerdir. Sıcaklığın düşürülmesinde dentin sıvısının etkili olduğu ve kanallar aracılığıyla pulpaya iletilen sıcaklığın pulpadaki damar sistemi aracılığıyla dağıtılacağı açıklanmaktadır(76).

Tobias ve ark. (1989, 1991)(172,174), Mjör ve ark. (1991)(122), Plant ve ark. (1991)(139), kalan dentin kalınlığının iltihabi cevap üzerinde etkili olmadığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçların, kalan dentin kalınlığı ile ilgili gözlemlerimizle uyumlu oldukları görülmektedir.

Çalışmamızda, kavite hazırlanmasına bağlı olabilecek hafif histolojik değişimler gözlenmiştir. Bu gözlemlerimiz, Langeland (1959)(105)'ın bildirdiği reaksiyonlarla uygunluk göstermektedir. Bu reaksiyonlar; kesilmiş dentin kanalları içinde odontoblast çekirdekleri ve eritrositler, dentin kanallarına komşu bölgede kanla dolu kapillerler ve odontoblast tabakasının

da vakuoller olarak ifade edilmektedir. Seltzer ve Bender (1959), operatif işlemlerle kavitenin açılması sonucu odontoblastlarda olumsuz değişiklikler meydana geldiğini belirtmişler ve bu yaralanma sonucu iltihabın başladığını, ilk değişikliğin odontoblast tabakasında görüldüğünü açıklamışlardır. Araştırmacılar, yaralanmayı damar değişikliklerinin izlediğini ve odontoblast tabakasında daha önce farkedilmeyen kapillerlerin kanla dolduğu için aniden belirginleştiğini ifade etmişlerdir(148). Plazmanın kapillerlerden sızması sonucu, odontoblastlar arasındaki alanların genişlemesi şeklinde gözlenen ödemin olduğu ve pulpa-dentin membranının yırtıldığı belirtilmektedir(148).

Chiego Jr ve ark. (1989), rat'ların azı dişlerinde hazırlanan 5. sınıf kavitelerin, odontoblastların mitekondri sayısı ve endoplazmik retikulum'un pürüzlü görünümünde azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir(29). Araştırmacılar, aynı zamanda odontoblastlar arasındaki sıkı bileşimde bir azalma olduğunu ve bu değişimlerin geri dönüşümlü olduğunu saptamışlardır. Odontoblastların sıkı birleşimlerinin, predentinden pulpaya makromolekül geçişini engelleyen yarı geçirgen bir bariyer rolü oynadığını vurgulamaktadırlar(29).

Mjör ve ark.(1991), kavite hazırlanması takiben dişlerin hemen incelenmesinde, kavite preparasyonuna sınırlı alanda, özellikle derin kavitelerde, odontoblast tabakasında vakuol oluşumu gözlediklerini ifade etmektedirler(122).

Hosoda ve ark. (1991), odontoblastlardaki azalma ve düzensizliğin, 3 günlük sürede restoratif işlemler ve materyaller tarafından meydana getirilen ilk zararın bir işareti olduğunu belirtmişlerdir(91).

James ve Schour (1955), kavite preparasyonuna karşı odontoblast cevabının üç şekilde olduğunu açıklamaktadırlar(97). Bu reaksiyonlar, post-operatif dentin ve predentinin normal olduğu ve travmaya bağlı akut kalsifiye doku reaksiyonun ya olmadığı ya da hafif olduğu cevap, hızlanmış dentin yapımının dentin yüzeyine dik çıkıntılar meydana getirmesi

veya düzenli tamir dentini yapımı ile tanınan dentin üretiminin devam ettiği reaksiyon, pre-dentin ve odontoblast tabakasının yok olduğu patolojik dentin cevabıdır(97). Çalışmamızda kavite hazırlanmasına bağlı olarak oluşan odontoblast cevabının hafif düzeyde olduğu gözlenmiştir.

FDI spesifikasyonu, etkisi saptanacak test materyalinin yanında, pozitif kontrol maddesi olarak silikat simanını ve negatif kontrol maddesi olarakta çinkooksit öjenol simanının kullanılmasını önermektedir(59). Çalışmamızda test maddesi Vitremer'in pulpa-dentin kompleksi üzerinde oluşturduğu etkileri incelerken, pozitif kontrol maddesi olarak silikat simanı ve negatif kontrol maddesi olarak da çinkooksit öjenol simanı kullanılmıştır. Silikat simanının pulpada şiddetli reaksiyonlar meydana getirdiği yapılan araştırmalarda saptanmıştır(5,37,51,97). Diğer taraftan çinkooksit öjenol simanın pulpada çok hafif reaksiyonlara yol açtığı belirtilmekte ve birçok araştırmacı tarafından, dolgu maddelerinin pulpaya etkisi incelendiğinde, negatif kontrol kavitelerine konması uygun görülmektedir(5, 97, 139, 172, 173, 174).

FDI spesifikasyonu; 3-5 ve 30 günlük testleri, kavite hazırlanmasına ve doldurma yöntemine bağlı olarak oluşabilecek reaksiyonları ayırt edebilmek için önermiştir. 90 günlük test ise, materyalin kabul edilebilirliğini belirlemek için gerekli görülmektedir(59). Stanley ve Swerdlow (1964), post-operatif zaman aralıklarının histolojik değerlendirmede çok önemli olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmacılar, üç zaman periyodundaki (1,10 ve 120 gün) örneklerin değerlendirilmesiyle; dolgu maddesine karşı oluşan ilk reaksiyonun, daha sonra lezyonun gelişiminin ve iyileşmesinin izlenebileceğini belirtmişlerdir(163). Baume ve ark. (1971), kısa (10-30 gün) ve uzun (60-120 gün) post-operatif zaman aralıklarının seçilmesi sonucu, lezyonun iyileşmeye ya da kötüleşmeye doğru gelişiminin tahmin edilebileceğini bildirmektedirler(6). Çalışmamızda da, bu öneriler doğrultusunda ve FDI spesifikasyonu ile uygunluk içinde, örnekler 3-5, 30 ve 90 günlük üç gözlem süresine ayrılarak incelenmiştir.

FDI spesifikasyonu kavite tabanındaki dentinin aşırı kurutulmasını önlemek için, kısa süre ılık hava ile kurutma işleminin uygulanmasını önermektedir(59). Çalışmamızda da, dentinin aşırı kurutulmasını önlemek amacıyla kısa aralıklarla hava verilerek kurutma işlemi yapılmıştır. Kavite hazırlanması esnasında, dentin hızlı bir şekilde kurutulduğu zaman dentin sıvısının uzaklaştırıldığı belirtilmekte ve kapiller kuvvetler nedeniyle kanal sıvısının dışarı doğru hareket ettiği, bunun sonucu olarak da odontoblastların çoğunun dentin kanalları içine aspire oldukları ifade edilmektedir(16,18). Baume ve ark. (1971)'da, kurutma sonucu odontoblast çekirdeklerinin dentin kanalları içine kaçtıklarını bildirmişlerdir(6). Diğer taraftan materyalin, sertleşme süresince dentinden su absorbe edemediği ve bunun da pulpada olumsuz etkilere neden olabildiği belirtilmiştir(138).

Histolojik gözlemleri etkileyebilecek faktörlerden biri de, dişlerden preparatların hazırlanması esnasında kullanılacak yöntemin yapabileceği etkilerdir. Histolojik kesitlerin hazırlanması ve boyanmasında ışık mikroskobu için önerilen geleneksel yöntemler uygulanmış ve bu işlemler yapılırken FDI spesifikasyonuna(59) uyulmuştur. Langeland (1959), sağlıklı dişlerden alınan kesitlerde sıklıkla gözlenen patolojik olayların artefakt olduğunu ve bunların deney dişlerinin incelenmesinde pulpa reaksiyonları için kesin bir ölçüt olarak alınmamasını önermiştir(105). Araştırmacı bu olayları, odontoblast tabakasında ya da pulpada boşluklar, odontoblast çekirdeklerindeki şekil değişiklikleri, santral pulpada genişlemiş kapillerler, damar dışına çıkmış eritrositler ve odontoblast tabakasında genişlemiş kapillerler olarak açıklamaktadır(105). Çalışmamızda da elde edilen bulgular değerlendirilirken preparat hazırlanmasına bağlı değişiklikler gözönünde bulundurulmuştur.

FDI spesifikasyonu, dişlerin çekiminden önce dolguların kontrol edilmesi gerektiğini ve deney süresince dişlerde herhangi bir ağrı veya duyarlılığın olup olmadığının saptanmasını önermektedir(59). Langeland (1959)(105), Plant ve Anderson (1978)(137), klinik olarak belirti vermeyen dişlerde şiddetli pulpa reaksiyonlarının meydana gelebileceğini belirtmektedirler. Bu bulgulara uygun olarak çalışmamızda da deney ve kontrol gru-



bu dişlerindeki dolgularda herhangi bir kenar eksikliği ve diğer eksiklikler saptanmamış, ağrı veya duyarlılık gözlenmemiş olmasına rağmen, yapılan histolojik incelemelerde değişik derecelerde pulpa reaksiyonları belirlenmiştir.

Çalışmamızda 3-5 gün, 30 gün ve 90 günlük deney ve kontrol gruplarındaki dişlerin kavite tabanı ve duvarlarında, dentin kanallarında bakteri saptanmamıştır. FDI spesifikasyonuna göre, 3-5 gün testinde kavite tabanında bakteri varlığı bir kirlenmeyi, 30 ve 90 günde kavitede bakteri bulunması ise kenar sızıntısını belirtmektedir. Bakterilerin dentin kanalları çevresinde bulunması test materyaline bağlı bir çürüğü göstermektedir(59).

Tobias ve ark. (1989,1991)(172,174), 7,14,28 ve 91 günde cam iyonomer simanlarına karşı gelişen hafif dereceden şiddetliye değişen pulpa reaksiyonlarının mikroorganizmalarla bağıntılı olduğunu açıklamışlardır. Araştırmacılar, cam iyonomer simanlarının dış yapılarına bağlanmasının bakteriyel sızıntıyı önleyecek yeterlilikte olmadığını, bakteri varlığının bunun kanıtını oluşturduğunu belirtmektedirler. Ayrıca tüm deney sürelerinde, çinkooksit öjenol simanı uygulanmış kavitelere hiç birinde bakteri saptamadıklarını(174), 91 günde çinkooksit öjenol simanı uygulanmış kavitelere % 9'unda bakteri gözlediklerini bildirmişlerdir(172). Mjör ve ark. (1991), cam iyonomer simanlarına karşı 2 haftada meydana gelen hafif pulpa reaksiyonlarının çoğunlukla kaviteleredeki bakterilerden kaynaklandığını ifade etmektedirler(122). Araştırmacılar, cam iyonomer simanlarının mine ve dentine bağlanmasının bakteriyel mikrosızıntıyı önlemek için her zaman yeterli olmadığını ileri sürmektedirler(122).

Pulpa reaksiyonlarını mikroorganizmaların varlığıyla açıklayan bu görüşlere karşın, yapılan çeşitli araştırmalarda pulpa reaksiyonlarının bakteri varlığına bağlanamayacağı belirtilmektedir. Üçok (1982), 3-5 günlük deney süresinde ASPA simanı uygulanmış dişlerin % 40'ında, pozitif ve negatif kontrol maddesi uygulanmış dişlerin ise % 20'sinde bakteri saptanmış, 30 günlük sürede ASPA uygulanmış dişlerin % 30'unda, negatif kon-

trol maddesi uygulanmış dişlerin ise % 40'ında bakteri gözlemlenmiştir(181). 90 günlük deney süresinde ise ASPA simanı uygulanmış dişlerin % 20'sinde bakteri bulmuş, negatif ve pozitif kontrol grubuna ait kavitelerde bakteri tespit etmemiştir. Araştırmacı, % 20 ile % 30 oranında saptanan bakteri varlığının, siman hakkında olumsuz bir karar vermek için yeterli olmayacağını belirtmiştir(181). Fitzgerald ve ark. (1987)(63), Heys ve ark. (1987)(84), bakteriyel mikrosızıntının cam iyonomer simanları ile ilgili diş duyarlılığının nedeni olmadığını, simanın sertleşmeden önce nemle temas etmesi sonucu simanın çözüneceğini ve ağız sıvılarının kesilmiş dentin yüzeyleri ile teması sonucu duyarlılık oluşacağını bildirmektedirler. Araştırmacılar pulpa reaksiyonu ve diş duyarlılığı ile bakteri varlığı arasında bir ilişki olmadığını ifade etmektedirler. Çalışmamızda da saptanan değişik derecelerdeki pulpa reaksiyonlarının bakteriyel sızıntıyla ilişkili olmaması, bu sonuçlarla uyum göstermektedir. Ayrıca test materyali olarak kullandığımız Vitremer, hibrid iyonomerler grubuna giren yeni bir cam iyonomer simanıdır. Hibrid iyonomerlerin dentine bağlanma dirençlerinin, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha yüksek olduğu bildirilmiştir(70,90,133,164,170). Aynı maddelerin mikrosızıntı derecelerinin ise, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha düşük olduğu belirtilmiştir(154). Diğer taraftan geleneksel cam iyonomer simanlarının 6-7 dakikalık uzun bir sertleşme süresine sahip olmaları ve bu sürede su alınımına eğilim göstermeleri bu simanların en olumsuz özelliğidir. Hibrid iyonomerlerin ise en temel avantajlarından biri olan ışıkla sertleştirilmeleri, bu sorunu ortadan kaldırmaktadır(49,75,154). Ayrıca ışıkla sertleşen cam iyonomerlerin siman-diş ara yüz bölgesinde pulpa sıvılarından su alınımı sonucu oluşan absorpsiyon tabakasının, simanın büzülmesini dengeleyerek, restorasyonun bütünlüğünü sağladığı belirtilmektedir(153). Yine Irie ve ark.(1992), ışıkla sertleşen cam iyonomer simanlarının hidroskopik genleşmeleri sonucu kenar aralıklarının azaldığını bildirmişlerdir(96). Mount (1995), bakteriyel irritasyonun önemli olduğunu, mikrosızıntının önlenmesiyle pulpanın korunacağını ve bu açıdan cam iyonomer simanlarının ideal olduğunu ileri sürmektedir(128). Araştırmacı; mine ve dentinle iyon değişimi sonucu, simanın diş yapısıyla bir bütünlük oluşturduğunu ve mikrosızıntının tamamen önlendiğini ifade etmektedir. Ayrıca gerilim ve kuvvet uygulama-

maları altında restorasyon kaybı ile sonuçlanan başarısızlık olgularında, iyon değişim tabakasının diş yüzeyinde kaldığını, bunun sonucu olarak dentin kanallarının tıkalı olduğunu belirtmiş ve böylece bakteri girişinin mümkün olmadığını, bu tabakadan florür iyonu açığa verilmesinin devam ettiğini bildirmiştir(128). Diğer taraftan Svanberg ve ark. (1990), cam iyonomer simanlarından florür iyonu açığa verilmesinin, restorasyon-diş ara yüzeyindeki bakterilerin metabolizmalarını engellediğini ve bu simanların antibakteriyel özelliklere sahip olduğunu açıklamışlardır(167,168). Kanımızca; cam iyonomer simanlarının sahip olduğu bu olumlu özellikler, bakterilerle ilişkili bir pulpa reaksiyonu olasılığını azaltmaktadır. Ayrıca çalışmamızda, tüm gözlem sürelerinde bakteri varlığına rastlanmaması, pulpa reaksiyonu ile bakteri varlığı arasında bir ilişkinin olamayacağı fikrini uyandırmaktadır. Cox ve ark (1993), çok derin 5. sınıf kavitelere ve direkt pulpa üzerine bir hibrid iyonomer uyguladıkları çalışmalarında, 6,21 ve 97 günlük zaman aralıklarında kavitelere bakteri gözlemediklerini bildirmişlerdir(36). Lasfargues ve Goldberg (1995), bir hibrid iyonomer (Fuji II LC)'in pulpa üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, hibrid iyonomer-dentin ara yüzeyinde ve dentin kanalları içinde bakteri varlığına rastlamadıklarını açıklamışlardır(106). Çalışmamızda bakterilerle ilgili gözlemlerimizin bu bulgularla uygunluk içinde olduğu görülmektedir.

Restorasyon materyallerinden toksik kimyasal ajanların salınımı, restorasyonun yerleştirilmesinden sonraki günler içinde, erken pulpa hasarı ya da pulpa ölümüne yol açan, pulpa hücrelerinin akut harabiyetinin nedeni olabilir(94). Cam iyonomer yapıştırma simanlarının, kompozit yapıştırma materyallerinden daha az sitotoksik oldukları bildirilmiştir(27). Diğer taraftan cam iyonomer simanlarının sitotoksitesinin materyalin yapısına bağlı olduğu belirtilmiş, sertleşmemiş ve florür içeren camların hafif toksisite sergiledikleri ifade edilmiştir(20). Sasanaluckit ve ark. (1993), test ettikleri birçok cam iyonomer siman türünün biyolojik uygunluk gösterdiğini, yalnız Ketac-Silver'in hücre kültüründe hafif sitotoksik etki gösterdiğini ve etkisinin 8 gün sonra geçtiğini bildirmektedirler. Araştırmacılar, Vitrebond'un direkt temas testinde tüm hücreleri öldürdüğünü ve sitotoksik bulunduğunu, ekstraksiyon testinde ise hücre morfolojisini bozdu-

ğunu ve toksik ajanın materyalden kolayca çıkmadığını belirtmektedirler. Ayrıca Vitrebond dışındaki materyallerde 8 hafta sonra yeni kemik oluşumu saptadıklarını, Vitrebond'da ise fibröz doku oluştuğunu ifade etmektedirler(145). Hume (1994), ışıkla sertleşen iki cam iyonomer simanından hidroksietil metakrilat (HEMA) açığa verildiğini ve dentin içine diffüzyonunu gözlediğini açıklamıştır(94). Hume ve Gerzina (1994), HEMA'nın çeşitli dentin bonding sistemlerinin bir bileşeni olduğunu ve kompozit reçineler altına yerleştirildikleri zaman benzer miktarda ve benzer salınım, diffüzyon dinamikleri ile dentin içine diffüze olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca HEMA'nın potansiyel toksik cevaplar kadar, allerji nedenine de sahip olduğunu ifade etmişlerdir(95). Diğer taraftan Hume (1994), restorasyon materyallerinden salınan kimyasal ajanlara karşı, dentinin pulpayı koruduğunu ve bunu üç koruma mekanizması ile sağladığını bildirmiştir. Bu koruma mekanizmalarını; dentinin sınırlı bir ıslaklıkta hidrolitik olarak kimyasal ajanların salınımını sınırlaması, dentin hidroksiapatitinin tamponlama kapasitesi ve dentin tubulusları içinden diffüze olan kimyasal ajanların konsantrasyonlarını azaltması olarak açıklamıştır. Araştırmacı, dentinin sıvı dolu kanalları aracılığıyla çapraz geçişli, geçirgen olmayan bir katı gibi davrandığını ve herhangi bir kimyasal ajanın geçişinin zor olduğunu ifade etmiştir(94). Çalışmamızda kullandığımız Vitremer isimli test materyali HEMA içeriğine sahip bir hibrid iyonomerdir. Kanımızca dentinin koruyucu mekanizmalarının, HEMA'dan kaynaklanacak pulpa zararını en aza indireceği tahmin edilmektedir. Ayrıca doğru toz-likit oranında karıştırıldığı zaman sertleşmiş simandaki HEMA oranının % 4.5-6 olacağı bildirilmiştir(154). Vitremer üç sertleşme mekanizmasına sahip bir hibrid iyonomerdir. Işığın ulaşmadığı siman bölgelerinde de polimerizasyon reaksiyonu, kendi kendine sertleşen serbest radikal metakrilat polimerizasyon mekanizması ile devam etmektedir. Materyalin sahip olduğu bu üstünlüğü nedeniyle HEMA salınımının azalacağı düşünülmektedir. Yoshikawa ve ark. (1994), üç sertleşme mekanizmasına sahip 2 hibrid iyonomerde HEMA polimerizasyon reaksiyonunun en az 24 saat devam ettiğini ve HEMA salınımının 24 saat sonunda azaldığını bildirmişlerdir(203). Sitotoksisite testlerinde toksik etki gösteren bir hibrid iyonomerin(145), hafif düzeyde pulpa reaksiyonuna yol açması(74) yukarda belirttiğimiz görüşlerle uygunluk

içindedir.

3-5 günlük negatif kontrol ve deney örneklerinde, pozitif kontrol (silikat) örnekleri dışında kavite preparasyonuna bağlı olabilecek hafif histolojik değişimler gözlenmiştir. Deney ve negatif kontrol örnekleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki grupta da kavite tabanına sınırlı periferik pulpada seröz eksuda, kapiller genişlemeleri, bazı polimorf hücre infiltrasyonu ve yine bu bölgeye sınırlı ufak kanama odakları gözlenmiştir.

James ve Schour (1955), hafif bir iltihabi cevabın, kavite preparasyonu esnasında odontoblastların kesilmesine pulpa reaksiyonunu gösterdiğini belirttikleri ve çinkooksit öjenol simanının derin kavitelere hafif derecede iltihap oluşturduğunu, bunun da operatif işlemler nedeniyle meydana geldiğini açıklamaktadırlar(97). Bu gözlemlerin çalışmamızda elde edilen bulguları desteklediği görülmektedir. Brännström ve Nyborg (1976), çinkooksit öjenol simanı yerleştirilmesinden 7-10 gün sonra odontoblast sayısında azalma ve odontoblast çekirdeklerinin dentin kanallarına aspirasyonlarını, lokal hiperemi ve eksuda hücrelerini saptadıklarını bildirmişlerdir(19). Araştırmacılar, odontoblast aspirasyonunun sadece preparasyon etkisiyle oluşmayabileceğini, aynı zamanda materyalin kurutma etkisinde buna neden olabileceğini belirtmişlerdir. Yine araştırmacılar bakteri gözlemediklerini, pulpa iltihabının bakteri nedeniyle meydana gelmediğini, materyalin bileşimindeki öjenol'ün iltihaba neden olabileceğini ifade etmişlerdir(19). Avery (1975), 3 günlük bir sürede çinkooksit öjenol simanına karşı hafif pulpa cevabının meydana geldiğini açıklamaktadır. Araştırmacı bu cevabı; iltihap hücrelerinde artış, hafif hiperemi, odontoblast tabakasında küçük kanamalar ve düzensizlikler olarak tanımlamaktadır(5). Çinkooksit öjenol simanına karşı gelişen pulpa reaksiyonu ile ilgili gözlemlerimiz, yukarıda belirttiğimiz reaksiyonlarla uygunluk içinde olduğu görülmüştür.

Heys ve ark.(1987), bir cam iyonomer simanına 3 günlük sürede ya çok az ya da hiç pulpa cevabının oluşmadığını belirtmiş, yumuşak doku cevabının ise odontoblast tabakasında ve bu tabaka altındaki pulpa dokusunda hafif düzensizlikle tanındığını bildirmiştir(84). Çalışmamızda farklı

kimyasal yapıda bir cam iyonmer simanı kullanmamıza rağmen, 3-5 günlük süredeki pulpa reaksiyonlarına ilişkin gözlemlerimizin, bu bulgularla uygunluk içinde olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Tobias ve ark. (1989, 1991), 7 günlük sürede cam iyonmer simanlarının hafif dereceden şiddetliye değişen pulpa reaksiyonu oluşturduklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu reaksiyonların; polimorf lökositler, lenfositler ve plazma hücrelerinin infiltrasyonu ve hafif dereceden şiddetliye değişen odontoblast çekirdeklerinin aspirasyonunu içerdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, cam iyonmer siman yüzeyinin çinkooksit öjenol simanı ile örtülmesinin ya da çinko ilave edilmesinin pulpa değişikliğini önlediğini ve pulpa cevabının mikroorganizmalarla bağlantılı olduğunu ifade etmektedirler. Ayrıca kontrol kavitelerinde kullanılan çinkooksit öjenol simanına karşı çok az pulpa cevabı oluştuğunu vurgulamışlardır(172,174). Çalışmamızda kavitelerde bakteri tespit edilmemesinin ve kullandığımız test materyalinin daha üstün mekanik özelliklere sahip olmasının, test materyaline karşı saptadığımız hafif iltihabi cevabın nedenleri olabileceği düşünülmektedir. Mjör ve ark. (1991), cam iyonmer simanlarına 2 haftalık sürede çok az pulpa reaksiyonunun geliştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu hafif pulpa reaksiyonlarının; odontoblast tabakasında vakuol oluşumu, odontoblast çekirdeklerinin dentin kanallarına aspirasyonu ve odontoblast tabakasındaki küçük kanamalar olduğunu belirtmişlerdir(122). Bu bulguların, çalışmamızda elde edilen bulgularla uyumlu olduğu görülmektedir. Felton ve ark. (1991), ışıkla sertleşen bir cam iyonmer kaide materyalinin smear tabakası kaldırılmamış dişlerin altısında iltihap reaksiyonu göstermediğini, 1 örneğin ise kronik iltihap hücreleri sergilediğini, ayrıca tüm dişlerin normal yumuşak doku cevabı gösterdiğini bildirmişlerdir(62). Araştırmacılar, geleneksel cam iyonmer simanı uygulanmış, smear tabakası kaldırılmamış 7 dişten 5 tanesinde normal pulpa gözlediklerini, 2 tanesinde ise birkaç iltihap hücresi ile tanınan hafif pulpa iltihabı belirlediklerini ifade etmektedirler. Bu 2 dişten birinin normal yumuşak doku cevabı sergilediğini, diğerinin ise kesilmiş dentin kanallarına komşu bölgede doku morfolojisi bütünlüğünün yok olduğu yumuşak doku cevabı gösterdiğini tespit etmişlerdir(62). Araştırmacılar smear tabakası kaldırılmış grupta; ışıkla sertleşen ve geleneksel cam iyonmer simanı uygulanmış 14 dişten hiç birinin iltihap reaksiyonu göstermedi-

ğini, bu 14 dişten 3'ünün ise kesilmiş dentin kanallarına komşu bölgede doku morfolojisi bütünlüğünün yok olması ile tanınan yumuşak doku reaksiyonu sergilediklerini bildirmişlerdir(62). Çalışmamızda, 3-5 günlük deney grubunda gözlenen hafif pulpa reaksiyonları bu bulgularla uygunluk göstermektedir. Gaintantzopoulou ve ark. (1994), ışıkla sertleşen iki hibrid iyonomer kaide materyali ve kontrol materyali olarak kullanılan çinkooksit öjenol simanının 1 haftalık sürede odontoblastların dentin tubuluslarına yer değiştirmesi ile tanınan hafif pulpa reaksiyonu oluşturduklarını açıklamışlardır(74). Bazzucchi ve ark. (1995), direkt pulpa üzerine uygulanan hibrid iyonomerli dişlerde 7 gün sonra, pulpanın açıldığı bölgeyle sınırlı olarak, damarlarda hafif genişleme saptadıklarını belirtmektedirler. Araştırmacılar, pulpa nekrozu ya da gangren olgusuna rastlamadıklarını ifade etmektedirler(7). Kısa dönemde hibrid iyonomerlere karşı oluşan pulpa reaksiyonlarının hafif düzeyde olması, hatta açık pulpa üzerine uygulandığında bile reaksiyonların artmaması, bulgularımızla uyum göstermektedir. Ayrıca bu hafif reaksiyonların kavite hazırlanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda deney ve kontrol grubundaki hafif histolojik değişimlere karşılık, pozitif kontrol grubu (silikat) örneklerinde, tüm kuronal pulpada ileri derecede histolojik değişimler bulunmuştur. Periferik pulpa tümüyle kaybolmuş, odontoblastik dentinogenezisin yerinde, hücre yapısı farklı osteoid karakterde bir başka oluşum şekillenmiştir. Bunlar arasında yoğun polimorf hücre infiltrasyonu ve kanama odakları, süpürasyon odakları bulunmaktadır. Pulpa damarları geniştir ve iri vakuolleşmeler vardır. Önceki örneklerle kıyaslandığında, silikat simanı doğrudan dentin üzerine uygulandığında, pulpa üzerinde 3-5 gün gibi kısa bir dönemde dramatik değişimlere neden olduğu görülmektedir. James ve Schour (1955), silikat simanının 7 günlük sürede sıg kavitelere (dentinin orta üçte birinde) önemli derecede iltihap hücreleri infiltrasyonu ve odontoblast tabakasında oldukça fazla düzensizlikle tanınan orta derecede iltihap reaksiyonuna neden olduğunu bildirmişlerdir(97). Araştırmacılar daha derin kavitelere, daha yüksek sıklıkta orta ve şiddetli derecede iltihabi cevabın oluştuğunu belirtmişlerdir. Şiddetli reaksiyonun büyük oranda iltihabi hücre infiltrasyonu ve odontoblast tabakasının kaybı ile tanındığını ifade etmektedirler.

Ayrıca 7 günlük sürede pre dentin tabakasının ortadan kalktığı patolojik dentin cevabını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar iltihap derecesindeki artışın, kavite derinliğindeki artışa ve özellikle dolgu maddesine bağlı olduğunu vurgulamışlardır(97). Çalışmamızda deney ve negatif kontrol maddesi uygulanmış kavitelerle benzer derinliğe sahip silikat simanlı kavitelerde histolojik reaksiyonların ileri derecede olması, bu maddenin etkisine bağlı olarak bu reaksiyonların oluştuğu düşüncesini uyandırmaktadır. Ayrıca silikat simanı ile ilgili 3-5 günlük gözlemlerimizin, bu bulgularla uygunluk içinde olduğu görülmektedir. Dahl ve Tronstad (1976), bir silikat simanına 8 günlük sürede orta dereceden şiddetliye değişen pulpa reaksiyonu meydana geldiğini ve bu reaksiyonun orta derecede granülosit infiltrasyonu içerdiğini belirtmektedirler(51).

Öte yandan tüm deney, negatif ve pozitif kontrol grubu örnekleri klinik yönden bir ağrı belirtisi vermemiştir. Böylece pozitif kontrol örnekleri ile ilgili gözlemlerimizin bir uzanımı olarak ağrının pulpa patolojisinin şiddetine bağımlı olmadığı bir kez daha görülmektedir. Langeland (1959), önemli pulpa reaksiyonu meydana gelmiş dişlerin klinik belirti vermeyebileceğini, böylece klinik semptomların yokluğunun normal pulpa durumunun bir kanıtı olmadığını bildirmiştir(105). Plant ve Anderson (1978), 182 insan küçük azı dişi üzerinde hazırladıkları oklüzal kavitelere 6 farklı dolgu maddesi uyguladıkları çalışmalarında, bu dişlerin 26 tanesinde odontoblast tabakasında ve pulpada hafif dereceden şiddetliye değişen pulpa reaksiyonu gözlemlerine rağmen, ağrı belirtisi tespit etmemişlerdir. Araştırmacılar, bu belirti eksikliğinin sağlıklı bir pulpayı göstermediğini belirtmektedirler(137). Heys ve ark. (1987) pulpa reaksiyonlarının, cam iyonomer yapıştırma simanları ile yapıştırılmış dişlerdeki aşırı duyarlılığın nedeni olmadığını bildirmişlerdir(84).

3-5 günlük deney ve negatif kontrol grubu ile ilgili gözlemlerde dikkati çeken hafif değişimlerin çekim travmasına bağlı olmayacakları düşünülmektedir. Bu, her bir kesit için kavite tabanı diğer pulpa kısımları ile kıyaslanarak kontrol edilmiştir. Langeland (1959), davye uygulama bölgelerinde dentin kanalları içinde odontoblast çekirdekleri bulunmasının



patolojik bir reaksiyonu gösterdiğini ifade etmektedir(105). Çekim travmasına bağlı olarak meydana gelen bu patolojik reaksiyon örneklerimizde izlenmemiştir ve hafif değişimler kavite tabanına sınırlı bir bölgede oluşmuştur.

Çinkooksit öjenol simanına bağlı olarak 3-5 günlük sürede meydana gelen periferik pulpa bölgesi ile sınırlı hafif histolojik değişimlerin, bir aylık gözlem grubundaki negatif kontrol örneklerinde büyük ölçüde azaldığı gözlenmiştir. Bu örneklerde kavite tabanında, gerek dentin ve pre-dentin ve gerekse periferik pulpa, kavite tabanının karşısındaki dentin duvarı ile kıyaslandığında benzer histolojik yapı vermektedir. Dentin kalınlığında aşırı bir sekonder dentin yaplanması ya da travmatik dentin lameli bulgusuna rastlanmamıştır. Predentin genişliği düzenli ve devamlıdır. Mineralizasyon hattı düzgün bir şekilde uzanmaktadır ve yeni oluşmakta olan globüler dentin odakları belirgindir. Dentin kanal düzeni ve sıklığı, kanal içinde odontoblast uzantısı vb. yönünden sekonder dentin tanımına uymaktadır. Odontoblast tabakası genelde epiteloid biçimde 2-3 sıra halinde uzanmaktadır. Bu hücreler arasında ve bunlarla predentin arasında yer yer ufak vakuollere rastlanmıştır. Çekirdek aspirasyonu gözlenmemektedir. Yabancı hücre göçü enderdir. Weil tabakasının devamlılığı kavite tabanında sınırlı bazı bölgelerde kesintiye uğramış ve altındaki damar-hücre yoğun tabakayla birleşmiş görünmektedir. Santral pulpa normal gevşek bağ dokusu görünümü vermiştir. Sonuç olarak kavite hazırlanmasına ve çinkooksit öjenol simanına bağlı olarak ilk haftada ortaya çıkan hafif akut periferik pulpa değişimlerinin ilk ay sonuna doğru büyük ölçüde normale döndüğü, ancak kavite tabanına sınırlı bazı rezidüel ve az yoğun infiltrasyon odaklarının kaldığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, her iki nedeninde sorumlu olabileceği akut değişimlerin, seçilen materyal örneğinde reversibl nitelik gösterdikleri anlaşılmaktadır.

Avery (1975), çinkooksit öjenol simanı yerleştirilmiş dişlerde 3 gün sonra ortaya çıkan hafif derecedeki ilk iltihap reaksiyonunun 5 hafta sonunda azalabildiğini ve kavite tabanı altında iltihap hücrelerinin kaldığını belirtmiştir(5). Tobias ve ark. (1981), çinkooksit öjenol simanı uygulan-

mış insan dişlerinde 31 gün sonra bir iltihap reaksiyonu meydana gelmediğini ve reparatif dentin, abse ya da nekroz gözlemediklerini bildirmektedirler. Araştırmacılar ferret dişlerinde, çinkooksit öjenol simanı uygulanan kavitelere, odontoblast tabakasında hafif azalma olduğunu, iltihap hücresi infiltrasyonu ve reparatif dentin gözlemediklerini ifade etmişlerdir(173). Çalışmamızda çinkooksit öjenol simanı ile ilgili gözlemlerimiz bu bulgularla benzerlik göstermektedir. Aynı zamanda bulgularımız Tobias ve ark. (1989, 1991)(172,174) ve Plant ve ark.(1991)(139)'nın bulgularıyla benzerlik içindedir. Hosoda ve ark. (1991), çinkooksit öjenol simanı uygulanmış dişlerde operatif işlemlere ve materyale karşı oluşan, odontoblastlardaki düzensizlik ve azalmayla tanınan reaksiyonun 30 günlük sürede azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, 30 günlük sürede 10 örneğin 2'sinde şiddetli iltihabi cevap belirlediklerini ifade etmişlerdir. Diğer örneklerde ise hafif dereceden orta dereceye değişen iltihap reaksiyonu gözlediklerini belirtmişlerdir(91). Ayrıca uyarılmaya bağlı hafif derecede dentin oluşumu saptamışlardır. Araştırmacılar, bu reaksiyonların öjenolden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir(91). Bu hafif artmış reaksiyonlar çalışmamızdaki bulgularla çok büyük farklılık göstermemektedir. Ayrıca kavite hazırlama ve doldurma yöntemlerinde bu reaksiyonlarda etken olabileceği düşünülmektedir.

Doğrudan dentin üzerine silikat simanı uygulanmış pozitif kontrol grubu diş örneklerinde, bu maddenin pulpa üzerine etkisinin sadece kavite tabanı ile sınırlı olmadığı ve ilerleyici özellik taşıdığı gözlenmiştir. 3-5 günlük dişlerde yapılan gözlemlerde tespit edilen irreversibl eğilimli değişimlerin yerinde, 1 aylık sonuçlarda daha dramatik bir tablo ortaya çıkmaktadır. Dentin oluşumu durmuştur. Periferik pulpa kaybolmuş onun yerinde yaygın bir granülasyon dokusu şekillenmiştir. Bu granülasyon dokusu içinde yer yer sert doku yıkımı ve yapımı alanlarına yan yana rastlanmıştır. Bu onarım alanlarında hücre şekillerinin fibroblasta benzediği dikkati çekmiş ve sert doku organik matrikside pre dentin özelliğini yitirmiştir. Öte yandan iltihap sürecinde santral pulpa ile periferik pulpanın başlı başına 2 farklı bölge halinde yapılandıkları dikkati çekmiştir. Periferik pulpanın kavite tabanına bakan yarısında, hemen buna yakın santral pulpadan

düzgün, kalın, belirgin bir fibröz aralıkla ayrıldığı görülmektedir. Bu fibröz aralıkta geniş arteriol ve venüllere rastlanmıştır. Santral pulpa tüm kuronal parçasında, kavite tabanına komşu alanda yoğun bir granülasyon dokusuna dönüşmüştür. Bunun karşıtı dentin duvarına komşu santral pulpa normal bağ dokusu özelliğini göstermektedir. Periferik pulpa ayrımlanabilmektedir. Predentin düzensizdir. Hızlanmış ve travmatik karakterde bir dentin lamelleşmesi vardır.

Avery (1975), 5 haftalık sürede silikat simanı uygulanmış dişlerde şiddetli pulpa reaksiyonlarının oluştuğunu açıklamıştır. Bu reaksiyonları; kavite alanına komşu iltihap hücrelerinin infiltrasyonu, hemoraji ve hipereminin gözlenebilmesi, odontoblast tabakasının parçalanması veya bozulması, predentinin azalması veya ortadan kalkması olarak tanımlamıştır, ayrıca silikat simanının reparatif dentin yapımını uyardığını da belirtmiştir(5). Bu bulgular, çalışmamızda silikat simanı ile ilişkili 30 gün sonra tespit edilen bulgularla uygunluk göstermektedir. Aynı zamanda gözlemlerimiz; Dahl ve Tronstad (1976)(51) ve Tobias ve ark. (1981)(173)'nın bulgularıyla benzerlik sergilemektedir. Hosoda ve ark. (1991), 30 gün sonra silikat simanı uygulanan dişlerde şiddetli pulpa reaksiyonlarının meydana geldiğini bildirmiştir. Bu reaksiyonların; odontoblastlarda ileri derecede azalma ve düzensizlik, ileri derecede iltihap hücresi infiltrasyonu ve uyarılmaya bağlı orta derecede dentin oluşumu ile tanındığı ifade edilmiştir(91). Bu bulgular, silikat simanı ile ilgili gözlemlerimizi desteklemektedir.

Bir aylık deney grubunda, test materyali uygulanmış 3-5 günlük diş gruplarında tespit edilen hafif değişimlerin, bazı ilerleme özelliği taşıyan ancak periferik pulpaya sınırlı değişimlere dönüştüğü dikkati çekmiştir. Kavite tabanında predentin ayrımlanabilmekte ancak, diğer kuronal pulpa kısımları ile kıyaslandığında daha düzensiz olduğu gözlenmektedir. Dentin lamellerinde hafif travmatik düzensiz bir kalınlaşma vardır. Ancak yapılan dentinin, sekonder dentin niteliğini koruduğu seçilebilmektedir. Odontoblast tabakası bol vakuol içermektedir. Kapillerler genişlemiş ve artmıştır. Yabancı hücre göçü vardır ve epiteloid tabakalaşma düzeni yer yer kaybolmuştur. Weil tabakası yine yer yer kaybolmuş, onun yerinde fib-

roblast benzeri hücreler ve bol kapiller içeren histolojik değişiklikler gözlenmiştir. Bunun altında hücre-damardan yoğun tabaka bu özelliğini korumakta, yer yer ufak hücre infiltrasyonları içermektedir. Ancak belirgin ve tüm pulpayı birlikte ilgilendiren bir fibrözleşme vardır. Kavite tabanındaki bu değişimler diğer dentin duvarları ile kıyaslandığında bu bulguların anlamlı olduğu gözlenmektedir. Bu sonuncu kısımlarda dentin oluşumu daha düzenli, odontoblast tabakası devamlı ve karakteristik görünümünü korumaktadır. Weil tabakası ayrımlanabilmektedir.

Pameijer ve Stanley (1988), normal ve daha az yoğun bir karışım halinde hazırlanan cam iyonomer simanına karşı meydana gelen pulpa reaksiyonunun çok az ve klinik olarak kabul edilebilir düzeyde olduğunu belirtmektedirler(132). Araştırmacılar, 19 günlük sürede meydana gelen pulpa reaksiyonunun; kapillerlerde genişleme, kanla dolu kapillerler, kanama odakları ve tamir dentini varlığında bir kaç iltihap hücresi içerdiğini bildirmişlerdir(132). Bu araştırmada kullanılan materyalle, çalışmamızda kullandığımız cam iyonomer simanının farklı kimyasal yapıya sahip olmalarına rağmen benzer bulguları göstermeleri, cam iyonomer simanlarının biyolojik uygunluk özelliğine sahip oldukları şeklindeki genel kanıyı desteklemektedir. Tobias ve ark. (1989, 1991), cam iyonomer simanları uygulanmış dişlerde 28 gün sonra hafif dereceden şiddetliye değişen pulpa reaksiyonları saptamışlardır. Bu reaksiyonların; baskın olarak lenfosit, plazma hücreleri ve makrofaj infiltrasyonu, odontoblast sayısında orta derecede azalma ve hafif dereceden şiddetliye değişen çekirdek yerdeğiştirmesi (aspirasyonu) ile tanındıklarını bildirmektedirler(172,174). Araştırmacılar bu reaksiyonların bakteriyel sızıntıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir(172,174). Bu bulgulara oranla daha hafif düzeyde saptadığımız reaksiyonların, çalışmamızda bakteri tespit edilmemesiyle bağıntılı olabildiği düşünülmektedir. Ayrıca kullandığımız hibrid iyonomerin daha gelişmiş mekanik özelliklere sahip olmasında, bu reaksiyonların daha hafif düzeyde oluşmasının bir etkenini oluşturacağı varsayılmaktadır. Beer (1991), bir cam iyonomer simanının pulpa üzerine etkilerini incelediği çalışmasında 30 gün sonra 6 dişin 4 tanesinde çok az oranda değişiklik saptadığını belirtmiş, çevredeki odontoblastlarda bir reaksiyon ya da iltihap olmadan az bir dentin yapımı

gözlediğini bildirmiştir. Araştırmacı, insan dişlerinde ise 3 olguda odontoblast tabakasının kalınlığında çok az bir değişiklik ve subodontoblastik tabakada ise bir kaç lökosit gözlemiştir. Ayrıca 2 vakada ise orta derecede doku reaksiyonu saptamış, pulpada lenfositler ve birkaç plazma hücresi tespit etmiştir(8). Araştırmacı kapsül içinde karıştırılan cam iyonomer simanlarının biyolojik uygunluklarının daha iyi olduğunu ve simanın asit kısmının kapsül içinde karıştırılan dolgu maddelerinde önceden belirlenmesinin, biyolojik olarak daha olumlu sonuçlar alınmasını sağladığını ifade etmektedir(8). Diğer taraftan üreticilerin önerdiği toz-likit oranında karıştırıldığına, cam iyonomer simanlarının basınca ve çekmeye karşı dirençlerinin literatürde bildirilen değerlere yakın olduğu belirtilmektedir. Ancak pratikte sıklıkla bu simanların daha düşük toz-likit oranında karıştırıldığı ve bununda mekanik özellikleri azalttığı bildirilmiştir(12). Kapsül içinde karıştırılan cam iyonomer simanları ideal toz-likit oranını sağlar. Çalışmamızda kullandığımız hibrid iyonomer, geleneksel cam iyonomer simanlarından daha gelişmiş mekanik özelliklere sahiptir. Gözlemlediğimiz reaksiyonların yukarıdaki bulgularla benzerlik göstermesi, bu yeni kuşak cam iyonomer simanlarının mekanik özelliklerinin, bu materyallerin biyolojik uygunluklarını geliştirdiğini düşündürmektedir. Plant ve ark. (1991), iki cam iyonomer simanının 28 günlük sürede çinkooksit öjenol simanından daha fazla pulpa reaksiyonuna neden olduklarını bildirmişler ve bu reaksiyonun kavitedeki bakteri varlığıyla bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir(139). Araştırmacılar materyal tipinin, antibakteriyel özellikleri ve mikrosızıntı üzerindeki etkileri aracılığıyla pulpa reaksiyonları üzerinde dolaylı bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir(139). Çalışmamızda hibrid iyonomerin uygulandığı kavitelerde bakteri gözlemlenmemesi materyalin etkili bir kenar örtmesi sağladığını düşündürmektedir. Ayrıca histolojik işlemlerden sonra, kavite tabanında ve duvarlarında dentine yapışık halde siman artıkları saptamamız, bu düşüncemizi desteklemektedir. Bu nedenle, bu bulgulara oranla daha hafif düzeyde saptadığımız reaksiyonlarda, materyalin bu özelliğinin büyük bir rol oynayabileceği sanılmaktadır. Felton ve ark. (1991), ışıkla sertleşen bir cam iyonomer kaide simanının uygulandığı, smear tabakası kaldırılmamış dişlerin pulpa dokularında iltihap ve anormal doku reaksiyonu saptamadıklarını açıklamışlardır. Smear tabakası kaldırılmış 7 dişin 1

tanesinde, kesilmiş dentin kanallarının altında pulpa morfolojisi bütünlüğünün bozulduğunu, kalan 6 dişte ise iltihap ve anormal doku reaksiyonu gözlemediklerini belirtmektedirler(62). Araştırmacılar, demineralizasyon ve kesit işlemlerinden sonra simanın kavite duvarları ve tabanının da izlendiğini, bunun da materyalin dentinin organik kısmına kuvvetli bağlanmasının bir delili olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca materyalin direkt dentine bağlanmasının, çok az ya da hiç polimerizasyon büzülme boşlukları oluşturmayacağını, bunda bakteriyel sızıntıyı ve dentin kanallarında bakteri kümelenmesini ve dolayısıyla pulpa iltihabını önleyeceğini vurgulamışlardır(62). Bu bulguların ve görüşlerin, çalışmamızda edindiğimiz gözlemleri desteklediği görülmektedir. Cox ve ark. (1993), bir hibrid iyonmer (Vitremer)'i çok derin 5. sınıf kavitelere ve direkt pulpa üzerine uyguladıkları çalışmalarında 21 gün sonra, kanallı bir yapıya sahip reparatif dentine komşu yeni odontoblastlar saptadıklarını bildirmektedirler. Araştırmacılar, simanın pulpanın iyileşme düzenini bozmadığını ifade etmektedirler(36). Aynı hibrid iyonmeri kullandığımız çalışmamızda, yapılanan dentinin sekonder dentin özelliğinde olması ve preentinin varlığı, materyalin pulpanın iyileşme düzenini bozmadığının bir kanıtını oluşturmakta ve yukardaki bulgularla uyumaktadır. Lasfargeus ve Goldberg (1995), bir hibrid iyonmer (Fuji II LC) uygulanmış dişlerde 15-21 ve 30-50 gün sonra hafif dereceden orta dereceye değişen pulpa reaksiyonlarının meydana geldiğini ve bu reaksiyonların; damarlarda genişleme, küçük iltihap odakları içerdiğini bildirmişlerdir. Kalan dentin kalınlığının 0,5 mm'den az olduğu vakalarda odontoblast sayısında azalma ve dentinogenezisin durduğunu, bazı vakalarda ise reparatif dentin gözlediklerini ifade etmişlerdir(106). Araştırmacılar bu iyi biyolojik uygunluk sonuçlarının, materyal-dentin ara yüzeyinde bakteriyel sızıntı tespit edilmemesinden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir(106). Bu bulgular çalışmamızda edindiğimiz gözlemlerle benzerlik göstermektedir.

Kavite preparasyonundan sonra 3 ay süre ile çinkooksit öjenol simanı uygulanmış diş kesitlerinde genelde periferik pulpanın histolojik fonksiyonel bütünlük yönünden bir ölçüde etkilendiği gözlenmiştir. Kavite tabanında preentin yer yer düzenli veya yer yer kalın, kanal yapısı ile farklı olduğu ve bazı bölgelerde ise hiç gözlenmediği tespit edilmiştir.

Buna göre 3 aylık örneklerle, bir aylık örnekler kıyaslandığında, dentinogen tabakanın çinkooksit öjenol simanından bir ölçüde etkilendiği sonucu çıkmaktadır. Ayrıca bu maddenin etkisinde kavite tabanında pulpa-dentin sınırının çoğu örneklerde hafif derecede düzensizleştiği, başka bir deyişle sekonder dentin oluşumunun etkilendiği sonucu doğmuştur. Bazı alanlarda periferik pulpa normal histolojik bütünlüğünü korurken, diğer bazı alanlarda düzensiz, dağınık veya infiltre olmuş bir yapı gözlenmiştir. Periferik pulpa, karşı pulpa-dentin sınırında histolojik bütünlüğünü göstermekte ve pre-dentin ayrımlanabilmektedir. Sonuç olarak genelde çinkooksit öjenol simanının etkisine bağlı olarak periferik pulpada orta derecede yapı ve buna bağlı işlev düzensizlikleri ortaya çıkmaktadır. Tobias ve ark. (1989), çinkooksit öjenol simanı uygulanmış dişlerde 183 gün sonra kavite altında pulpa-dentin sınırının dalgalı bir görünüme sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, pulpa değişikliğinin çok az olduğunu ve esas olarak normal bir görünüm sergilediğini belirtmişlerdir(174). Biz de çalışmamızda çoğu örnekte pulpa dentin sınırının hafif derecede düzensizleştiğini gözlemledik.

Diğer taraftan James ve Schour (1955), yaralanmalara karşı odontoblastların, kavite altındaki dentin yapımını etkileyerek reaksiyon gösterdiklerini belirtmişler ve bunu travmaya bağlı kalsifiye doku cevabı (kalsiotravmatik reaksiyon) olarak adlandırmışlardır. Hafif derecedeki odontoblast reaksiyonunda pulpa dentin sınırının dalgalı bir görünüme sahip olduğunu açıklamışlardır(97). Araştırmacılar, odontoblast reaksiyonunun artışı sonucu dentin yapımının hızlandığını ifade etmekte ve üretici kalsiotravmatik reaksiyon olarak tanımladıkları bu kalsifiye doku cevabında dentin yapımının, dentin yüzeyine dik çıkıntılar oluşturduğunu ya da düzenli tamir dentini özelliği taşıdığını bildirmektedirler(97). Çalışmamızda da odontoblastların travmaya bağlı kalsifiye doku üretme (kalsiotravmatik) reaksiyonları ile ilgili bulgular gözlenmiştir. Tüm bu reaksiyonların, pulpanın normal onarım ve iyileşme işlevinin bir sonucu olarak geliştiği düşünülmektedir. Tobias ve ark.(1991), çinkooksit öjenol simanı uygulanmış dişlerde 91 gün sonra bu materyale karşı bir pulpa iltihabı saptadıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, 5 (% 45) dişte reparatif dentin saptadıklarını, pulpa-dentin bileşiminin dalgalı bir görünüm sergilediğini ve

odontoblast sayısında çok az bir düzeyde azalma izlendiğini belirtmektedirler(172). Hosoda ve ark. (1991), çinkooksit öjenol simanı uygulanmış dişlerde 90 günlük sürede hafif dereceden orta dereceye değişen pulpa cevabı saptamışlardır. Araştırmacılar, odontoblastlarda orta derecede azalma ve düzensizlik, orta derecede iltihabi hücre infiltrasyonu ve uyarılmaya bağlı dentin oluşumu gözlediklerini ifade etmişlerdir(91). Çalışmamızda edindiğimiz bulgulara oranla biraz artış gösteren bu reaksiyonları araştırmacılar öjenolün etkisine bağlamaktadırlar. Kanımızca simanın karıştırılması aşamasında toz-likit oranındaki değişikliğinde bir etken olabileceği düşünülmektedir.

3 aylık pozitif kontrol grubu örneklerinde, 1 aydaki değişimlerin yanısıra onarım değişimlerinin ön plana çıktığı gözlenmiştir. Kavite tabanında granülasyon dokusu içinde, tek çekirdekli iltihap hücresi sayısı azalmış ve bu, geniş bir alanda tamir dentinine benzeyen bir dentin salgılayıcı dokuya dönüşmüştür. Tüm kavite tabanı boyunca kalın, kanalcık düzeni göstermeyen, uzunlamasına kalın bir şerit halinde ve tamir dentinine benzeyen bir tabaka gözlenmiştir. Santral pulpada granülasyon dokusu yer yer kaybolmuş, bunun yerinde fibröz alanlar belirmiştir. Santral pulpada yer yer fibrözleşmiş bağ dokusu alanları, tek çekirdekli iltihap hücresi odakları seçilebilmektedir. Bu değişimlerin kavite tabanına bakan pulpa yüzüne sınırlı olduğu dikkat çekmiştir. Karşı pulpa-dentin sınırında periferik pulpa -düzensizde olsa- histolojik bütünlüğünü korumuş ya da reaksiyon derecesi, düzgün preentin yapımını engellemeyen düzeyde kalmıştır. Bu bölgelerde sekonder dentin yapımı hızlanmıştır. Sonuç olarak 3. ayda, 1. ayda ortaya çıkan ve irreversibl izlenimini veren dramatik değişimlerin 3 aya doğru ilerleyici özelliğini kaybederek, düzensizde olsa bir onarıma yöneldiği saptanmıştır.

Avery (1975), bir silikat simanının 8 hafta sonra şiddetli pulpa reaksiyonuna neden olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı bu reaksiyonun; kavite alanına komşu iltihap hücresi infiltrasyonu, hiperemi ve hemoraji, preentinin azalması veya ortadan kalkması, odontoblast tabakasının parçalanması veya büyük bir kesintiye uğraması gibi belirtileri içerdiğini ifade



etmektedir(5). Çalışmamızda gözlemediğimiz reaksiyonlarla, bu bulgular benzerlik göstermektedir. Dahl ve Tronstad (1976), 76 gün sonra silikat simanı uygulanmış dişlerde kronik iltihap izlediklerini bildirmişlerdir(51). Çalışmamızda tespit ettiğimiz granülasyon dokusu ve onarım çabasının, kronik iltihap proçesi olarak değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Pameijer ve Stanley (1988), 60 günlük sürede silikat simanının orta miktarda tamir dentini oluşumuna neden olduğunu belirtmişlerdir(132). Hosoda ve ark. (1991), silikat simanı uygulanmış dişlerde 90 gün sonra, odontoblastlarda ileri derecede düzensizlik ve azalma, ileri derecede iltihap hücresi infiltrasyonu ve orta derecede uyarılmaya bağlı dentin yapımı ile belirginleşen şiddetli reaksiyonlar tespit ettiklerini açıklamaktadırlar. Araştırmacılar bu şiddetli reaksiyonların zamanla artan bakteri invazyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir(91). Çalışmamızda, silikatlı dişlerde 3 aylık bir gözlem süresinde bakteri varlığına rastlanmamış olması ve 1. aydaki pulpa değişimlerinin 3. ayda ilerleyici özelliğini kaybederek düzensizde olsa bir onarıma yönelmesi, silikattan kaynaklanabilecek bir etkinin olacağı izlenimini uyandırmaktadır. Tüm kavite tabanı boyunca kalın ve kanalcık düzeni göstermeyen, uzunlamasına bir şerit halinde tamir dentini tespit edilmesi, pulpanın korunma mekanizmasını göstermektedir. Oluşan dentinin kanalcık yapısı içermemesi, maddeden kaynaklanan etkenlerin pulpaya ulaşmasını güçleştirecek ve dolayısıyla pulpanın onarım faaliyetine yönelmesini sağlayacaktır. Stanley (1968), tercih edilebilir sonucun anlamlı bir sıklıkta tamir dentini oluşumu ve aynı zamanda iltihabi cevapta düzenli bir azalmanın izlenmesi olduğunu belirtmiştir(160).

Kavite hazırlanmasını takiben üç ay süre ile Vitremer uygulanmış bazı diş kesitlerinde sekonder dentin oluşumunun devam ettiği gözlenmiştir. Bu kesitler periferik pulpa yönünden, karşıt bölgeleriyle kıyaslandığında anlamlı bir histolojik farklılık göstermemektedir. Sekonder dentin oluşumu yer yer düzensizde olsa sürmektedir. Predentin sınırının düzensiz olduğu bölgelerde odontoblast tabakası atrofiktir. Yeni oluşan dentin lamellerinin travmatik bir halkalanma düzeni gösterdiği tespit edilmiştir. Genelde periferik pulpa özgün histolojik tabakalaşmasını göstermektedir. Weil tabakası ayırdedilebilmektedir. Bazı kesitlerde dentin oluşumu engel-

lenmiştir. Odontoblast tabakası dağılmış, onun yerinde düzensiz hücre yapılanması ve yer yer hafif osteodentin odakları başlangıç aşamalarında gözlenmiştir. Karşıt bölgelerde predentin oluşumu hızlıdır ve aktif bir periferik pulpa görünümü yansıtmaktadır. Diğer bazı kesitlerde bu yukarıdaki değişimlere ek olarak periferik pulpada iri infiltrasyon odaklarına rastlanmıştır. Tüm kesitlerde santral pulpa normal gevşek bağ dokusu özelliği vermiştir.

Sonuç olarak 3 aylık deney grubu örneklerinde histolojik değişimler hafiften orta dereceye değişmektedir. Bazı kesitlerde periferik pulpa hem morfolojik, hem işlevsel bütünlüğünü sürdürmekte, çok düzenli olmasada sekonder dentin yapımı devam etmektedir. Diğer bazı kavitelere bu biraz daha travmatik ve düzensiz, bazı kesitlerde ise durmuştur. Bu sonuncu kesitlerde periferik pulpanın histolojik özelliğini yitirdiği, bunun yerine tamir dentini alanlarda gözlenen farklı bir morfolojik yapının varlığı dikkati çekmiştir. Nihayet bazı kesitlerde periferik pulpa metaplazisi ile birlikte kavite tabanına odaklanmış hücre infiltrasyonu alanlarına rastlanmıştır. Tüm kesitlerde santral pulpa bu değişimlerden etkilenmemiş ve normal gevşek bağ dokusu görünümünü korumuştur.

Heys ve ark. (1987), bir cam iyonmer simanının 56 gün sonra pulpada ya hiç ya da çok az iltihabi cevap ve yumuşak doku reaksiyonu meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Hafif iltihap reaksiyonunun dentin kanalları altında birkaç lenfosit, plazma hücresi ve nötrofille tanındığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar yumuşak doku cevabının ise, kesilmiş dentin kanalları altında normal ya da normale yakın hücresel morfolojik yapıyı içerdiğini belirtmektedirler. Ayrıca dişlerin çoğunda tamir dentini saptamışlardır(84). Çalışmamızda kullandığımız materyalin farklı kimyasal yapıda olmasına rağmen benzer bulguları göstermesi, cam iyonmer simanlarının biyolojik uygunluk özelliklerinin bir kanıtını oluşturduğu düşünülmektedir. Bu bulgularımız, Pameijer ve Stanley (1988)(132)'in çalışmalarında kullandıkları geleneksel cam iyonmer simanlarına karşı saptadıkları pulpa reaksiyonlarıyla da benzerlik göstermektedir. Beer(1991), bir cam iyonmer simanının uygulandığı domuz dişlerinde 90 gün sonra 5 dişte hafif

düzye pulpa reaksiyonu saptadığını, dentin kanal yapısında değişiklik gözlemediğini, iltihap hüresi veya odontoblast tabakasında değişikliğe rastlamadığını belirtmiştir. 1 dişte ise subodontoblastik tabakada mononükleer lökosit infiltrasyonu ve mikrosirkülasyon odacıklarında lenfositlerle tanınan orta derecede reaksiyon bildirmiştir(8). Araştırmacı insan dişlerinde ise, 5 vakadan 4'ünde hiç ya da çok az reaksiyon gözlemlemiş, 1 vakada ise tübüler tersiyer dentin oluşumu ve pulpada kronik iltihap hüresi infiltrasyonu ile tanınan orta derecede reaksiyon saptamıştır. Araştırmacı çalışmasında kullandığı cam iyonmer simanının kapsül içinde karıştırılması nedeniyle asit kısmının önceden belirli bir oranda olduğunu, bununda doku zararının biyolojik uygunluk ölçütleri içinde olmasını sağladığını ifade etmektedir(8). Diğer taraftan doğru toz-likit oranında karıştırıldıkları zaman, cam iyonmer simanlarının mekanik özelliklerinin arttığı bildirilmiştir(12). Brännström (1982), dentin üzerine yerleştirildikleri zaman birçok restoratif materyalin olası biyolojik etkilerinin, daha çok materyalin fiziksel özelliklerine bağlı olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı fiziksel özelliklere örnek olarak; hermetik kapama sağlaması, sürekli bir kavite kapaması, iyi ve devamlı bir retansiyon, ağız yumuşak dokuları üzerinde tahriş etkisine sahip olmaması gibi özellikleri göstermiştir(17). Çalışmamızda kullandığımız hibrid iyonmer (Vitremmer) yeni kuşak bir cam iyonmer simanıdır ve geleneksel cam iyonmer simanlarından üstün fiziksel özelliklere sahiptir. Dolayısıyla üç ay süreyle Vitremmer uygulanmış dişlerde saptadığımız reaksiyonların, yukarda belirtilen bulgularla uyum göstermesinde ve biyolojik uygunluk ölçütlerine ulaşmasında, materyalin sahip olduğu fiziksel özelliklerin katkısı olacağı düşünülmektedir. Tobias ve ark. (1991), 91 gün sonra cam iyonmer simanı uygulanan dişlerin 3 tanesinde (% 27) iltihap ve mikroorganizma gözlemediklerini, 1 dişte (% 9) iltihap saptamadıklarını fakat mikroorganizma bulduklarını, 1 dişte hafif pulpa iltihabı ve tamir dentini belirlediklerini fakat mikroorganizmaya rastlamadıklarını bildirmektedirler(172). Araştırmacılar 2 dişte (% 18) orta derecede pulpa iltihabı, mikroorganizma ve hafif tamir dentini gözlemişler, kalan 4 dişte (% 36) orta dereceden şiddetliye değişen iltihap izlediklerini, iltihabın baskın olarak lenfosit, plazma hüresi ve makrofaj infiltrasyonu içerdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca odontoblastların tamamen ortadan kalktığını ve 2 kavitede de

büyük miktarda sınırlı tamir dentini izlediklerini ifade etmektedirler(172). Diğer taraftan bu cam iyonomer simanına çinko ilave edilmesinin ya da yüzeyinin çinkooksit öjenol simanı ile örtülmesinin pulpa iltihabını büyük ölçüde önlediğini vurgulamışlar ve pulpa iltihabının bakteriyel sızıntıyla bağıntılı olduğunu ileri sürmüşlerdir(172). Çalışmamızda 90 günlük deney grubunda gözlemediğimiz reaksiyonların, bu bulgularla kıyaslandığında daha hafif düzeyde kalmasının, deney kavitelerinde bakteri saptanmamasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Öte yandan yukardaki çalışmada kullanılan cam iyonomer simanının bir yapıştırma simanı olması, dolayısıyla bu gruptaki materyallerin; sertleşmelerinin erken evrelerinde su çözünürlüğü, uygun toz-likit oranının oluşturulması zorluğu, akıcılıkları nedeniyle hidrolik basınca neden olmaları ve düşük pH gibi genel olumsuz özelliklerinin, bu artmış reaksiyonlarda rol oynayabileceği düşünülmektedir. Hosoda ve ark.(1991), cam iyonomer kaide simanı uygulanmış kompozit restorasyonlu dişlerde 90 gün sonra 10 dişin 2 tanesinde orta derecede, 1 tanesinde ise hafif derecede odontoblastlarda azalma ve düzensizlik saptadıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, 10 dişin sadece 2 tanesinde hafif derecede iltihap reaksiyonu saptadıklarını, 4 dişte ise uyarılmış dentin yapılanması belirlediklerini ifade etmişlerdir(91). Bu bulgular çalışmamızda edindiğimiz gözlemlerle uygunluk göstermektedir. Cox ve ark. (1993), derin 5.sınıf kavitelere ya da açık pulpa üzerine Vitremer isimli bir hibrid iyonomeri uyguladıkları çalışmalarında 97 gün sonra tübüler yapıdaki tamir dentinine komşu yeni odontoblastlar saptamışlardır(36). Araştırmacılar perforasyon olgularında simana bitişik yeni dentin köprüsü oluşumu gözlediklerini belirtmişler ve Vitremer'in derin ve pulpası açılmış 5.sınıf kavitelere pulpanın iyileşme düzenini bozmadığını ifade etmişlerdir(36). Çalışmamızda bazı örneklerde normal histolojik yapı gözlenmesi, bazı örneklerde ise tamir dentini oluşumuna bağlı bir pulpa değişikliğinin izlenmesi, test materyalinin pulpanın iyileşme düzenini bozmadığının kanıtını oluşturmakta ve yukardaki bulgularla benzerlik göstermektedir. Schmalz ve ark. (1994) bir cam iyonomer siman kaide uygulanan dişlerde 90 gün sonra belirgin olmayan pulpa reaksiyonlarının meydana geldiğini ve bu reaksiyonların çinkooksit öjenol simanının neden olduğu pulpa değişikliklerinden anlamlı bir farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar,

bakteriyel kirlenmenin olmadığı kavitelere bu reaksiyonları gözlediklerini belirtmişlerdir(147). Çalışmamızda da deney ve kontrol grubu kavitelere bakteri tespit edilmemesi, ayrıca deney ve negatif kontrol grubundaki dişlerdeki pulpa reaksiyonları arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemesi yukarıdaki bulgularca desteklenmektedir. Gaintantzopoulou ve ark. (1994) iki hibrid iyonomer kaide materyali uygulanmış dişlerde 12 hafta sonra hafif düzeyde pulpa reaksiyonlarının izlendiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu reaksiyonların kesilmiş dentin kanalları altında tamir dentini yapımı ile tanındığını ve iltihap reaksiyonu içermediğini belirtmişlerdir(74). Bu bulgular, çalışmamızda gözlemlenen reaksiyonlarla benzerlik göstermektedir. Nakazawa ve ark. (1994), Geristore isimli bir hibrid iyonomeri 1.sınıf kavitelere uyguladıkları çalışmalarında 90 gün sonunda 7 dişte (%70) hiperemi, 3 dişte (%30) ise yuvarlak hücre infiltrasyonu gözlediklerini açıklamışlardır. Araştırmacılar kanama, odontoblast dejenerasyonu, süpürasyon, pulpa atrofisi, pulpada vakuol, hücre göçü, predentin ya da dentinin görünmemesi gibi reaksiyonlara rastlamadıklarını bildirmektedirler(129). Öte yandan tüm dişlerde tamir dentini izlediklerini ve bu hibrid iyonomerin oluşturduğu pulpa reaksiyonlarının hafif derecede olduğunu, klinik kullanım için güvenilir bir materyal olarak göz önüne alınması gerektiğini ifade etmişlerdir(129). Çalışmamızda edindiğimiz gözlemlerle, bu bulguların benzerlik göstermesi ve bu reaksiyonların pulpanın iyileşme düzenini bozacak bir düzeye ulaşmamları, bu materyallerin biyolojik uygunluk özelliklerinin bir kanıtını oluşturduğu düşünülmektedir. Lasfargues ve Goldberg (1995), ışıkla sertleşen bir hibrid iyonomerin 75-90 gün sonra hafif dereceden orta dereceye değişen pulpa reaksiyonlarına neden olduğunu belirtmişlerdir(106). Bu reaksiyonların damar genişlemeleri ve küçük iltihap odakları içerdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar kalan dentin kalınlığının 0,5 mm.den az olduğu örneklerde odontoblast sayısında azalma izlediklerini, dentinogenezisin durduğunu fakat iltihabın şiddetli olmadığını ifade etmektedirler. Ayrıca pulpaya temas edecek şekilde bu materyalin uygulandığı örneklerde tamir dentini köprüsüne rastlanmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bu hibrid iyonomerin biyolojik uygunluğunun iyi olduğunu ve çok az sitotoksositeye sahip olduğunu vurgulamaktadırlar(106). Bu iyi biyolojik uygunluk sonuçlarının, materyal-dentin ara yüzeyinde bakteri gözlenmeme-

si ile ilişkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir(106). Bu sonuçların, çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla uygunluk içinde olduğu görülmektedir. Bazucchi ve ark. (1995), Vitremer isimli bir hibrid iyonomeri 5.sınıf kavitelerde direkt pulpa üzerine uyguladıkları çalışmalarında 90 gün sonra pulpa iltihabı saptamadıklarını açıklamaktadırlar. Araştırmacılar, açık pulpanın tersiyer dentin üreterek kesintisiz bir dentin köprüsü oluşturduğunu bildirmektedirler(7). Baume ve ark. (1971) ise, tamir dentini yokluğu ve düzgün bir pre dentin varlığının, test edilen materyalin yüksek doku uyumunu gösterdiğini ifade etmişlerdir(6). Çalışmamızda bazı örneklerde tespit ettiğimiz tersiyer dentin yapımı ve buna bağlı değişiklikler, bir uyarana karşı oluşan cevabın organizmadan organizmaya, hatta diştten dişe değişebileceğini göstermektedir. Diğer taraftan organizma bir uyarana karşılaştığı zaman ya organizmanın savunma elemanları başarılı olacak ve dış etki önlenecaktır ya da etken baskın çıkacak ve sonunda dokularda geriye dönüşü olmayan yıkımlar meydana gelecektir. Seltzer ve Bender (1959)'e göre pulpada onarım olayı, yıkıma uğrayan ve nekroze hücrelerden açığa çıkan ürünlerin neden olduğu iltihap reaksiyonu ile aynı zamanda başlar(148). Seltzer ve Bender, odontoblast hücrelerinin alkelen fosfataz yönünden zengin olduklarını ve odontoblastlardan açığa çıkan bu enzimin, bir taraftan dokudaki Von Korff liflerini kollagen liflere dönüşmeleri için uyardığını, diğer taraftan pulpadaki mezenkim hücrelerini odontoblastlara değişim göstermeleri için etkilediğini belirtmişlerdir(148). Pulpada tamir dentininin görülmesi, dokunun dış etkenlere karşı kendini koruduğunu ve bu gücün dokuda bulunduğunu göstermektedir. Diğer taraftan Stanley (1968), tercih edilen sonucun etkili bir tamir dentini oluşumu ve aynı zamanda iltihabi cevapta düzenli bir iyileşme olduğunu belirtmiştir(160). Hibrid iyonomerlerin pulpa üzerine etkilerini inceleyen çalışmalarda, bu materyallerin pulpanın iyileşme düzenini bozmadıkları ve biyolojik uygunluklarının iyi kabul edildiği görülmektedir. Ayrıca bu materyallerin uygulandıkları dişlerin pulpalarında tamir dentini oluşumu yanında pulpa reaksiyonlarının hafif derecede olması, materyalin pulpa dokusu tarafından tolere edilebileceğini göstermektedir.

## SONUÇLAR

---

---

---

Yeni nesil bir cam iyonomer simanının pulpa-dentin kompleksi üzerinde etkilerinin incelendiği çalışmamızda elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- 1- 3-5 günlük negatif kontrol ve deney grubu örneklerinde, pozitif kontrol grubu örnekleri dışında kavite hazırlanmasına bağlı olabilecek hafif histolojik değişimler gözlenmiştir. Deney ve negatif kontrol grubu örnekleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- 2- Silikat simanının direkt dentin üzerine uygulandığı pozitif kontrol grubu örneklerde, 3-5 günlük kısa dönemde ileri derecede histolojik değişimler bulunmuştur.
- 3- 3-5, 30±3 ve 90±10 günlük deney ve kontrol grubu örneklerde kavite tabanı ve duvarlarında veya dentin kanallarında bakteri varlığına rastlanmamıştır.
- 4- Deney, negatif ve pozitif kontrol grubu örneklerde klinik yönden bir belirti tespit edilmemesine rağmen, yapılan histolojik incelemelerde değişik derecelerde pulpa reaksiyonları gözlenmiştir.

- 5- Bir aylık negatif kontrol grubu örneklerde, 3-5'inci günde saptanan periferik pulpayla sınırlı hafif histolojik değişimlerin büyük ölçüde geriye döndüğü gözlenmiştir.
- 6- Doğrudan dentin üzerine silikat simanı uygulanmış pozitif kontrol grubu diş örneklerinde, bu maddenin pulpa üzerine etkisinin sadece kavite tabanı ile sınırlı olmadığı ve ilerleyici nitelik taşıdığı, 3-5 günlük dişlerde yapılan gözlemlerde tespit edilen irreversibl değişimlerin yerinde, 1 aylık sonuçlarda daha ağır bir tablonun ortaya çıktığı görülmüştür.
- 7- 1 aylık deney grubunda, 3-5 günlük deney grubunda tespit edilen hafif değişimlerin, bazı ilerleyici ancak periferik pulpayla sınırlı değişimlere dönüştüğü dikkat çekmiştir.
- 8- Kavite hazırlanmasından sonra üç ay süre ile çinkooksit öjenol simanı uygulanmış dişlerde orta derecede yapı bozuklukları ortaya çıkmıştır.
- 9- Üç ay süre ile silikat simanı uygulanmış dişlerde, 1 ayda ortaya çıkan ve irreversibl izlenimi veren şiddetli derecedeki değişimlerin, 3. aya doğru progresif özelliğini kaybederek düzensizde olsa bir onarıma yöneldiği saptanmıştır.
- 10- 3 ay süre ile Vitremer uygulanmış dişlerde, hafif dereceden orta dereceye değişen histolojik değişimlere rastlanmıştır. Bu materyalin üç aylık gözlem sonucunda, pulpanın iyileşme düzenini bozmadığı ve biyolojik uygunluğunun iyi olduğu sonucuna varılmıştır.



## Ö Z E T

---

Vitremer isimli üçlü polimerize bir hibrid iyonmerin pulpa-dentin kompleksi üzerinde etkileri, yaşları 10-22 arasında değişen hastaların ortodontik nedenle çekimine karar verilmiş küçük azı dişlerinde incelendi. Dişlerin vestibül yüzeylerinde hazırlanan 5. sınıf kaviteler; 3-5, 30±3 ve 90±10 günlük üç gözlem grubuna ayrıldı. Her bir gözlem grubundaki 10 diş test materyali (Vitremer), 5 diş negatif kontrol maddesi (çinkooksit öjenol simanı) ve 5 diş de pozitif kontrol materyali (silikat simanı) uygulandı. Belirtilen gözlem süreleri sonunda çekilen dişlerden alınan kesitler; hematoksilen ve eozin, Masson'un trikrom boyası ve bakteri tespiti için Taylor'un modifiye Brenn-Brown boyası ile boyandıktan sonra ışık mikroskopunda incelendi.

3-5 günlük kısa dönemde deney ve negatif kontrol grubu örneklerinde, kavite preparasyonuna bağlı olabilecek hafif histolojik değişimler gözlemlendi. Deney ve negatif kontrol grubu örnekleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi. 3-5 günlük gözlem grubunda silikat simanı uygulanmış dişlerde ileri derecede histolojik değişiklikler gözlemlendi. 30 günlük gözlem grubunda çinkooksit öjenol simanı uygulanan dişlerde, 3-5 günde görülen histolojik değişimlerin büyük ölçüde geriye döndüğü saptandı. Deney grubunda ise, 3-5 günde ortaya çıkan hafif derecedeki histolojik değişimlerin, bazı ilerleyici ancak periferik pulpaya sınırlı değişimlere dönüştüğü izlendi. Silikat simanı uygulanmış dişlerde 30 gün sonunda, 3-5 günde görülen

ileri derecedeki histolojik değişimlerin daha da arttığı gözlemlendi.  $90 \pm 10$  günlük gözlem grubunda negatif kontrol örneklerinde çinkooksit ojenol simanına bağlı olarak pulpada orta derecede yapı bozukluğu tespit edildi. Silikat simanı uygulanmış pozitif kontrol grubu dişlerde, 1. aydaki irreversibl izlenimi veren şiddetli reaksiyonların 3. aya doğru ilerleyici özelliğini kaybederek, düzensizde olsa pulpanın bir onarıma yöneldiği izlendi. 3 aylık deney grubunda ise, hafif dereceden orta dereceye değişen pulpa reaksiyonları gözlemlendi ve bu materyalin pulpanın iyileşme düzenini bozmadığı ve biyolojik uygunluğunun iyi olduğu sonucuna varıldı.

## SUMMARY

---

The effects of a tri-cure hybrid glass ionomer named Vitremer on pulp-dentin complex were examined on premolar teeth of the patients aged between 10-22, which had to be extracted because of orthodontic treatment. The class 5 cavities prepared on the vestibule surfaces of teeth were divided into 3 observation groups; 3-5, 30±3 and 90±10 day groups. In each observation group; test material (Vitremer) were applied on 10 teeth, negative control material (zinc oxide-eugenol cement) were applied on 5 teeth and positive control material (silicate cement) were applied on 5 teeth.

The sections of the extracted teeth at the end of the determined observation periods were examined under the light microscope after they were stained with "Hematoxylin" and "eosin", Masson's Trichrome stain and for the determination of bacteria, with Taylor's modified Brenn-Brown stain.

During a short period of 3-5 days, slight histological changes according to the preparation of the cavity were observed at the experimental and negative control group samples. No significant difference was determined between the experimental and negative control group samples. Severe histological differences were observed in the silicate cement applied teeth of the 3-5 day observation group. The

histological differences observed in 3-5 days returned almost to their first stages in the ZOE (zinc oxide-eugenol cement) applied teeth of the 30 day observation group. It was determined that in the experimental group the histological differences observed in 3-5 days turned into some progressive but bounded by the peripheral pulp differences. It was determined that in the silicate cement applied teeth the histological differences observed in 3-5 days got worse after 30 days. "Moderate" structural changes were determined according to ZOE (zinc-oxide eugenol cement) at the negative control samples of the 90± day observation group. It was observed as an irreversible severe pulp reactions after the 1st month lost their progressivity before the 3rd month and led to an unregular repair of the pulp, at the silicate cement applied positive control group teeth. From slight to none pulp reactions were determined at the 3 month experimental group and reached us to the conclusion that this material did not disturb the healing of the pulp and that the biocompatibility of this material was appropriate.

No bacteria were found at the walls and at the base of the cavity or in dentin tubules of the sections stained with the Brenn-Brown method.

## KAYNAKLAR

---

- 1- Aboush, Y.E.Y. ve Elderton, R.J.: Bonding dental amalgam to a light-curing glass-ionomer liner/base. *Br Dent J* 170: 219-222, 1991.
- 2- Akinmade A.O. ve Nicholson, J.W.: Glass-ionomer cements as adhesives. Part I Fundamental aspects and their clinical relevance. *J Mater Sci: Material in Medicine* 4:95-101, 1993.
- 3- Andren, N.A., Burgess, J.O. ve Norling, B.K.: Mechanical properties of glass ionomers polymerized with and without light. *J Dent Res* 72, Special Issue, Abstract No: 1244, 1993.
- 4- Antonucci, J.M. ve Stansbury, J.W.: Polymer modified glass ionomer cements. *J Dent Res* 68, Special Issue, Abstract No:555, 1989.
- 5- Avery, J.K.: Response of the pulp and dentin to contact with filling materials. *J Dent Res* 54, Special Issue B, B188-B197, 1975.
- 6- Baume, L.J., Fiore-Donno, G. ve Holz, J.: Biological pulp testing of restorative materials. *Br Dent J* 131:9-16, 1971.

- 7- Bazzucchi,M., Mori,G. ve Goracci,G.: Pulpal response to direct capping of adhesive resins and glass ionomer cements. J Dent Res 74, Special Issue, Abstract No: 1240, 1995.
- 8- Beer,R.: Biological testing of the glass-ionomer cement, Ketac-Fil under conditions of use. ZWR 100:756-760, 1991.
- 9- Benelli,E.M., Serra,M.C., Rodrigues Jr,A.L. ve Cury,J.A.: In situ anti-cariogenic potential of glass ionomer cement. Caries Res 27:280-284, 1993.
- 10- Berry III,E.A., Berry,L.L. ve Powers,J.M.: Bonding of hybrid ionomer to air-abraded enamel and dentin. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No:654, 1994.
- 11- Berry,L.L., Berry III, E.A. ve Powers,J.M.: Prophylaxis abrasives affect surface roughness of composites and hybrid ionomers. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 948, 1994.
- 12- Billington,R.W., Williams,J.A. ve Pearson,G.J.: Variation in powder/liquid ratio of a restorative glass ionomer cement used in dental practice. Br Dent J 169:164-167, 1990.
- 13- Boksman,L., Gratton,D.R., Mc Cutcheon,E ve Plotzke,O.B.: Clinical evaluation of a glass ionomer cement as a fissure sealant. Quintessence Int 18:707-709, 1987.
- 14- Brackett,W.W. ve Metz,J.E.: Performance of a glass ionomer luting cement over 5 years in general practice. J Prosthet Dent 67:59-61, 1992.
- 15- Brackett,W.W. ve Robinson,P.B.: Composite resin and glass ionomer cement: current status for use in cervical restorations. Quintessence Int 21:445-447, 1990.

- 16- Brännström, M.: The effect of dentin desiccation and aspirated odontoblast on the pulp. *J Prosthet Dent* 20: 165-171, 1968.
- 17- Brännström, M.: *Dentin and Pulp In Restorative Dentistry*, Wolfe Medical Publications Ltd., Castelnuovo, 1982.
- 18- Brännström, M.: Communication between the oral cavity and the dental pulp associated with restorative treatment. *Oper Dent* 9:57-68, 1984.
- 19- Brännström, M. ve Nyborg, H.: Pulp reaction to a temporary zinc oxide eugenol cement. *J Prosthet Dent* 35:185-191, 1976.
- 20- Brooke, I.M., Craig, G.T. ve Lamb, D.J.: In vitro interaction between primary bone organ cultures, glass ionomer cements and hydroxyapatite/tricalcium phosphate ceramics. *Biomaterials* 12:179-186, 1991.
- 21- Brouillet, J.L. ve Koubi, G.F.: Vitremer: a histological study, a preliminary report. *European Glass Ionomer Symposium, Abstracts, Villa d'Este, Italy, April 28, 1994.*
- 22- Brown, W.S., Christensen, D.O. ve Lloyd, B.A.: Numerical and experimental evaluation of energy inputs, temperature gradients and thermal stress during restorative procedures. *J Am Dent Assoc* 96:451-458, 1978.
- 23- Burgess, J., Norling, B. ve Summit, J.: Resin ionomer restorative materials: the new generation. *J Esthet Dent* 6:207-215, 1994.
- 24- Cao, D.S., Hollis, R.A., Hicken, C.B. ve Christensen, R.P.: Fluoride release from glass ionomer, glass ionomer/resins and composites. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 657, 1994.

- 25- Cardenas,L. ve Burgess,J.O.: Thermal expansion of glass ionomers. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 946, 1994.
- 26- Cattani-Lorente,M.A., Godin,C. ve Meyer,J.M.: Mechanical behavior of glass ionomer cements affected by long-term storage in water. Dent Mater 10:37-44, 1994.
- 27- Caughman,W.F., Caughman,G.B., Dominy,W.T. ve Schuster,G.S.: Glass ionomer and composite resin cements: effects on oral cells. J Prosthet Dent 63:513-521, 1990.
- 28- Chadwick,R.G. ve Woolford,M.J.: A comparison of the shear bond strengths to a resin composite of two conventional and two resin-modified glass polyalkenoate (ionomer) cements. J Dent 21:111-116, 1993.
- 29- Chiego Jr, D.J., Wang,R.F. ve Avery,J.K.: Ultrastructural changes in odontoblasts and nerve terminals after cavity preparations. J Dent Res 68, Special Issue, Abstract No: 1251, 1989.
- 30- Chong,B.S., Pitt Ford,T.R. ve Watson,T.R.: The adaptation and sealing ability of light-cured glass ionomer retrograde root fillings. Int Endod J 24:223-232, 1991.
- 31- Chong B.S., Pitt Ford,T.R. ve Watson,T.F.: Light-cured glass ionomer cement as a retrograde root seal. Int Endod J 26:218-224, 1993.
- 32- Christensen,G.: Glass ionomer as a luting material. J Am Dent Assoc 120:59-62, 1990.
- 33- Conn,L.J., Lane,L.D. ve Duke,E.S.: The effect of finishing technique on the color of hybrid glass ionomers. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No:1821, 1994.



- 34- Cooley,R.L. ve Barkmeier,W.W.: Dentinal shear bond strength micro-leakage and contraction gap of visible light-polymerized liners/bases. *Quintessence Int* 22:467-474, 1991.
- 35- Council on Dental Materials, Instruments and Equipment: Using glass ionomers. *J Am Dent Assoc* 121:181-185, 1990.
- 36- Cox,C.F., Erickson,R.L ve Glasspoole,E.: Histologic pulp response of a new tri-cure glass ionomer. *J Dent Res* 72, Special Issue, Abstract No: 1960, 1993.
- 37- Cox,C.F., Keall,C.L., Keall,H.J., Ostro,E. ve Bergenholtz,G.: Biocompatibility of surface-sealed dental materials against exposed pulps. *J Prosthet Dent* 57:1-8, 1987.
- 38- Creo,A.L. ve Viavattine,J.J.: Comparison of in vitro wear of glass ionomers. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 947, 1994.
- 39- Crim,G.A.: Marginal leakage of visible-light cured glass ionomer restorative materials. *J Prosthet Dent* 69:561-563, 1993.
- 40- Crisp,S., Ferner,A.J., Lewis,B.G. ve Wilson,A.D.: Properties of improved glass ionomer cement formulations. *J Dent* 3:125-130, 1975.
- 41- Croll,T.P.: Glass ionomer for infants, children and adolescents. *J Am Dent Assoc* 120:65-68, 1990.
- 42- Croll,T.P.: Visible light-hardened glass-ionomer base/liner as an interim restorative material. *Quintessence Int* 22:137-141, 1991.
- 43- Croll,T.P. Glass ionomers and esthetic dentistry. *J Am Dent Assoc* 123:51-54, 1992.

- 44- Croll,T.P.: Light-hardened Class I glass-ionomer-resin cement restoration of a permanent molar. *Quintessence Int* 24:109-113, 1993.
- 45- Croll,T.P.: Light-hardened glass-ionomer-resin cement restoration adjacent to a bonded orthodontic bracket: A case report. *Quintessence Int* 25:65-67, 1994.
- 46- Croll,T.P. ve Killian,C.M.: Visible light-hardened glass-ionomer-resin cement restorations for primary teeth: new developments. *Quintessence Int* 23:679-682, 1992.
- 47- Croll,T.P. ve Killian,C.M.: Restoration of Class II carious lesions in primary molars using light-hardening glass-ionomer-resin cement. *Quintessence Int* 24:561-565, 1993.
- 48- Croll,T.P. ve Killian,C.M.: Glass-ionomer-resin restoration of primary molars with adjacent Class II carious lesions. *Quintessence Int* 24:723-727, 1993.
- 49- Croll,T.P., Killian,C.M. ve Helpin,M.L.: A restorative dentistry renaissance for children: Light-hardened glass ionomer/resin cement. *J Dent Child* 60:89-94, 1993.
- 50- Croll,T.P. ve Phillips,R.W.: Six years experience with glass-ionomer-silver cermet cement. *Quintessence Int* 22:783-793, 1991.
- 51- Dahl,B.L. ve Tronstad,L.: Biological tests of an experimental glass ionomer (silicopolyacrylate) cement. *J Oral Rehabil* 3:19-24, 1976.
- 52- Davis,B.A., Friedl,K.H. ve Powers,J.M.: Color stability of hybrid ionomers after accelerated aging. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 950, 1994.

- 53- De Gee,A.J., Wu,M-K., Weesselink,P.R.: Sealing properties of Ketoc-Endo glass ionomer cement and AH 26 root canal sealers. *Int Endod J* 27:239-244, 1994.
- 54- De Schepper,E.J., Berry III,E.A., Cailleteau,J.G. ve Tate,W.H.: A comparative study of fluoride release from glass-ionomer cements. *Quintessence Int* 22:215-220, 1991.
- 55- Dörter (Aslan) Fatma: Cam iyonomer sistemlerinin in vitro sitotoksisitelerinin karşılaştırmalı incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul, 1993.
- 56- Earl,M.S.A., Mount,G.J. ve Hume,W.R.: The effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass ionomer cement surface. II. *Aust Dent J* 34:326-329, 1989.
- 57- Erickson,R.L. ve Glasspoole,E.A: Bonding to tooth structure: A comparison of glass ionomer and resin systems. "Hunt,P.R. (Ed.): *Glass Ionomers: The next generation. Proceeding of the 2nd International Symposium on Glass Ionomers, Philadelphia, Pennsylvania, June 1994*" içinde.
- 58- Ewoldsen,N.O., Moore,B.K. ve Winkler,M.M.: Laboratory testing of type II light-cured glass ionomers as pit/fissure sealants. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 659, 1994.
- 59- Fédération Dentaire Internationale: Recommended standard practices of biological evaluation of dental materials. *Int Dent J* 30:140-188, 1980.
- 60- Feilzer,A.J., De Gee,A.J. ve Davidson,C.L.: Curing contraction of composites and glass-ionomer cements. *J Prosthet Dent* 59:297-300, 1988.

- 61- Feilzer,A.J., Kakaboura,D.E., De Gee,A.J. ve Davidson,C.L.: The influence of setting shrinkage and water sorption on the development of stresses in traditional and light curing glass ionomer cements. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 655, 1994.
- 62- Felton,D.A., Cox,C.F., Odom,M. ve Kanoy,B.E.: Pulpal response to chemically cured and experimental light-cured glass ionomer cavity liners. *J Prosthet Dent* 65:704-712, 1991.
- 63- Fitzgerald,M., Heys,R.J., Heys,D.R. ve Cherbeneau,G.T.: Evaluation of a glass ionomer luting agent: bacterial leakage. *J Am Dent Assoc* 114:783-786, 1987.
- 64- Forss,H., Jokinen,J., Stepts-Happonen,S., Seppä,L. ve Luoma,H.: Fluoride and mutans streptococci in plaque grown on glass ionomer and composite. *Caries Res* 25:454-458, 1991.
- 65- Forss,H. ve Seppä,L.: Prevention of enamel demineralization adjacent to glass ionomer filling materials. *Scand J Dent Res* 98:173-178, 1990.
- 66- Forsten,L.: Short-and long-term fluoride release from glass ionomers and other fluoride-containing filling materials in vitro. *Scand J Dent Res* 98:179-185, 1990.
- 67- Forsten,L.: Fluoride release and uptake by glass ionomers. *Scand J Dent Res* 99:241-245, 1991.
- 68- Forsten,L.: Clinical experience with glass ionomer for proximal fillings. *Acta Odontol Scand* 51:195-200, 1993.
- 69- Forsten,L. ve Karjalainen,S.: Glass ionomers in proximal cavities of primary molars. *Scand J Dent Res* 98:70-73, 1990.

- 70- Friedl,K-H., Powers,J.M. ve Hiller,K-A.: Influence of different factor on bond strength of hybrid ionomers. *Oper Dent* 20:74-80, 1995.
- 71- Friedman,S., Moshonov,J. ve Trope,M.: Efficacy of removing glass ionomer cement, zinc oxide and exopy resin sealers from retreated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73:609-612, 1992.
- 72- Friedman,S., Moshonov,J. ve Trope,M.: Resistance to vertical fracture of roots, previously fractured and bonded with glass ionomer cement, composite resin and cyanoacrylate cement. *Endod Dent Traumatol* 9:101-105, 1993.
- 73- Friedman,S., Moshonov,J. ve Trope,M: Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal treatment. *Int Endod J* 26:169-172, 1993.
- 74- Gaintantzopoulou,M.D., Willis,G.P. ve Kafrawy,A.H.: Pulp reactions to light-cure glass-ionomer cements. *Am J Dent* 7:39-42, 1994.
- 75- Glass ionomer-Resin, state of the art: *CRA Newsletter* 17:1-2, 1993.
- 76- Goodis,H.E., Schein,B. ve Stauffer,P.: Temperature changes measured in vitro at the dentinoenamel and pulpodentin junction during cavity preparation in the macaca fascicularis monkey. *J Endod* 14:336-339, 1988.
- 77- Graver,H., Trowbridge,H. ve Alperstein,H.: Microleakage of castings cemented with glass ionomer cements. *Oper Dent* 15:2-9, 1990.
- 78- Hallgren,A., Oliveby,A. ve Twetman,S.: Salivary fluoride concentration in children with glass ionomer cemented orthodontic appliances. *Caries Res* 26:239-241, 1990.

- 79- Hammesfahr,P.D.: Development in resinomer systems. "Hunt,P.R. (Ed.): Glass Ionomers: The next generation. Proceeding of the 2nd International Symposium on Glass Ionomers, Philadelphia, Pennsylvania, June, 1994" içinde.
- 80- Hatibovic-Kofman,S. ve Koch,G.: Fluoride release from glass ionomer cement in vivo and in vitro. Swed Dent J 15:253-258, 1991.
- 81- Hatibovic-Kofman,S., Koch,G. ve Elkstrand,J.: Glass ionomer materials as a re-chargeable F-release system. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 260, 1994.
- 82- Hatton,P.V. ve Brook,I.M.: Characterization of the ultrastructure of glass ionomer (polyalkenoate) cements. Br Dent J 173:275-277, 1992.
- 83- Hewlett,E.R., Caputo,A.A. ve Wrobel,D.C.: Glass ionomer bond strength and treatment of dentin with polyacrylic acid. J Prosthet Dent 66:767-772, 1991.
- 84- Heys,R.J., Fitzgerald,M., Heys,D.R. ve Charbeneau,G.T.: An evaluation of a glass ionomer luting agent: Pulpal histological response. J Am Dent Assoc 114:607-611, 1987.
- 85- Hinoura,K., Imai,H., Onose,H. ve Moore,B.K.: Factors influencing dentin bond a of tri-cured type II glass ionomer. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 1815, 1994.
- 86- Hinoura,K., Miyazaki,M. ve Onose,H.: Dentin bond strength of light - cured glas ionomer cements. J Dent Res 70:1542-1544, 1991.
- 87- Hinoura,K., Onose,H., Matsuzaki,M., Kuroda,T. ve Moore,B.K.: Volumetric shrinkage of light cured glass ionomer bases. J Dent Res 71, Special Issue, Abstract No: 938, 1992.

- 88- Hinoura,K., Suzuki,H. ve Onose,H.: Factors influencing bond strengths between unetched glass ionomers and resins. *Oper Dent* 16:90-95, 1991.
- 89- Hirschfeld,Z., Frenkel,A., Zyskind,D. ve Fuks,A.: Marginal leakage of class II glass ionomer-composite resin restorations: an in vitro study. *J Prosthet Dent* 67:148-153, 1992.
- 90- Holtan,J.R., Nystrom,G.P., Olin,P.S., Rudney,J. ve Douglas,W.H.: Bond strength of a light-cured and two auto-cured glass ionomer liners. *J Dent* 18:271-275, 1990.
- 91- Hosoda,H., Inokoshi,S., Shimada,Y., Harnirattisai,C. ve Otsuki,M.: Pulpal response to a new light-cured composite placed in etched glass-ionomer lined cavities. *Oper Dent* 16:122-129, 1991.
- 92- Hotta,M., Hirukawa,H. ve Yamamoto,K.: Effect of coating materials on restorative glass-ionomer cement surface. *Oper Dent* 17:57-61, 1992.
- 93- Hörsted-Bindslev,P. ve Larsen,M.J.: Release of fluoride from conventional and metal-reinforced glass-ionomer cements. *Scand J Dent Res* 98:451-455, 1990.
- 94- Hume,W.R.: Pulpal response to glass ionomers. "Hunt,P.R. (Ed.): *Glass Ionomers: The next generation. Proceeding of the 2nd International Symposium on Glass Ionomers. Philadelphia, Pennsylvania, June, 1994*" içinde.
- 95- Hume,W.R. ve Gerzina,T.M.: Release of monomers from bonding resin-composite resin combinations dentin in vitro. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 980, 1994.

- 96- Irie, M., Nakai, H. ve Hirota, K.: Marginal gap of light activated glass-ionomers: effect of hygroscopic expansion. *J Dent Res* 71, Special Issue, Abstract No: 941, 1992.
- 97- James, V.E. ve Schour, I.: Early dentinal and pulpal changes following cavity preparations and filling materials in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 8:1305-1314, 1955.
- 98- Jefferies, S.R. ve Marier, R.P.: Clinical evaluation of a VLC glass ionomer: One year results. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 658, 1994.
- 99- Johnson, G.H., Powell, L.V. ve Derouen, T.A.: Evaluation and control of post-insertion pulpal sensitivity: zinc phosphate and glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 124:39-46, 1993.
- 100- Kao, E.C.: Fracture resistance of pin retained amalgam, composite resin and alloy-reinforced glass ionomer core materials. *J Prosthet Dent* 66:463-741, 1991.
- 101- Kao, E.C., Rezvan, E. ve Johnston, W.M.: Microhardness as an indicator for finishing time in ionomer restorations. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 945, 1994.
- 102- Knibbs, P.J.: The clinical performance of a glass polyalkenoate (glass ionomer) cement used in a "sandwich" technique with a composite resin to restore Class II cavities. *Br Dent J* 172:103-107, 1992.
- 103- Knight, G.M.: The tunnel restoration-nine years of clinical experience using capsulated glass ionomer cements. *Aust Dent J* 37:245-251, 1992.
- 104- Koch, G. ve Hatibovic-Kofman, S.: Glass ionomer cement as fluoride release system in vivo. *Swed Dent J* 14:267-273, 1990.



- 105- Langeland,K.: Histologic evaluation of pulp reactions to operative procedures. *Oral Surg Oral Med Oral pathol* 12:1235-1248, 1959.
- 106- Lasfargues,J.J. ve Goldberg,M.: Human pulpal response to a light cured glass ionomer cement. *J Dent Res* 74, Special Issue, Abstract No: 277, 1995.
- 107- Leinfelder,K.F.: Glass ionomers: Current clinical developments. *J Am Dent Assoc* 124:62-64, 1993.
- 108- Mathis,R.S. ve DeWald,J.P., Moody,C.R. ve Ferracane,J.L.: Marginal leakage in class V composite resin restorations with glass ionomer liners in vitro. *J Prosthet Dent* 63:522-525, 1990.
- 109- Matis,B.A., Carlson,T., Cochran,M. ve Phillips,R.W.: How finishing affects glass ionomers. *J Am Dent Assoc* 122:43-46, 1991.
- 110- McCaghren,R.A., Retief,D.H., Bradley,E.L. ve Denys,F.R.: Shear bond strength of light-cured glass ionomer to enamel and dentin. *J Dent Res* 69:40-45, 1990.
- 111- McLean,J.W.: Cermet cements. *J Am Dent Assoc* 120:43-47, 1990.
- 112- McLean,J.W.: Cilincal applications of glass-ionomer cements. *Oper Dent, Supplement* 5:184-190, 1992.
- 113- McLean,J.W.: The clinical use of glass-ionomer cements. *Dent Clin North Am* 36:693-711, 1992.
- 114- Mejàre,I. ve Mjör,I.A: Glass ionomer and resin based fissure sealent: A clinical study. *Scand J Dent Res* 98:345-350, 1990.

- 115- Metz,J.E. ve Brackett,W.W.: Performance of a glass ionomer luting cement over eight years in general practice. *J Prosthet Dent* 71:13-15, 1994.
- 116- Mitra,S.: Curing reaction of glass ionomer materials. "Hunt,P.R. (Ed.): *Glass Ionomers: The next generation. Proceeding of the 2nd International Symposium on Glass Ionomers, Philadelphia, Pennsylvania, June, 1994*" içinde.
- 117- Mitra,S.B.: Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass ionomer liner/base. *J Dent Res* 70:72-74, 1991.
- 118- Mitra,S.B.: In vitro fluoride release from a light-cured glass-ionomer liner/base. *J Dent Res* 70:75-78, 1991.
- 119- Mitra,S.B. ve Conway,W.T.: Coefficient of thermal expansion of some methacrylate modified glass ionomers. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 944, 1994.
- 120- Mitra,S.B. ve Kedrowski,B.L.: Long-term aging properties of glass ionomer core-build-up and restorative materials. *J Dent Res* 72, Special Issue, Abstract No: 744, 1993.
- 121- Mitra,S.B. ve Li,M.Y.: Differential scanning photocalorimetric study of photopolymerization of light-cured glass ionomers. *J Dent Res* 71, Special Issue, Abstract No: 72, 1992.
- 122- Mjör,I.A., Nordahl,I. ve Tronstad,L.: Glass ionomer cements and dental pulp. *Endod Dent Traumatol* 7:59-64, 1991.
- 123- Momoi,Y., Hirosaki,K., Nishino,T. ve Kohno,A.: Flexural properties of light-activated glass ionomer cements. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 941.

- 124- Mount,G.J.: The wettability of bonding resins used in the composite resin/glass-ionomer "sandwich technique". Aust Dent J 34:32-35, 1989.
- 125- Mount,G.J.: Esthetics with glass-ionomer cements and the "sandwich" technique. Quintessence Int 21:93-101, 1990.
- 126- Mount,G.J.: Adhesion of glass-ionomer cement in the clinical environment. Oper Dent 16:141-148, 1991.
- 127- Mount,G.J.: Clinical placement of modern glass-ionomer cements. Quintessence Int 24:99-107, 1993.
- 128- Mount,G.J.: Some physical and biological properties of glass ionomer cement. Int Dent J 45:135-140, 1995.
- 129- Nakazawa, Y., Ogata, T. ve Ishikawa, T.: Histo-pathological study on a glass-ionomer/composite resin "Geristore" restoration system. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 252, 1994.
- 130- Nicholson, J.W., Anstice, H.M. ve McLean, J.W.: A preliminary report on the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass ionomer cements. Br Dent J 173:98-101, 1992.
- 131- Övrebö R.C. ve Raadal, M.: Microleakage in fissures sealed with resin or glass ionomer cement. Scand Dent J 98:66-69, 1990.
- 132- Pameijer, C.H. ve Stanley, H.R.: Biocompatibility of a glass ionomer luting agent in primates. Part I. Am J Dent 1:71-76, 1988.
- 133- Pawlus, M.A., Swift Jr, E.J. ve Vargas, M.A.: Shear bond strengths of resin ionomer restorative materials. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 1812, 1994.

- 134- Peters,M.C.R.B. ve Roeters,F.J.M.: Clinical performance of a new compomer restorative in pediatric dentistry. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 34, 1994.
- 135- Pissiotis,E., Sapounas,G. ve Spangberg,L.S.: Silver glass ionomer cement as a retrograde filling material: a study in vitro. J Endod 17:225-229, 1991.
- 136- Pitt Ford,T.R. ve Roberts,G.J.: Tissue response to glass ionomer retrograde root fillings. Int Endod J 23:233-238, 1990.
- 137- Plant,C.G. ve Anderson,R.J.: The effect of cavity depth on the pulpal response to restorative materials. Br Dent J 144:10-13, 1978.
- 138- Plant,C.G. ve Jones,D.W.: The demaging effect of restorative materials. Br Dent J 140:373-377, 1976.
- 139- Plant,C.G., Tobias,R.S., Rippin,J.W., Brooks,J.W. ve Browne,R.M.: A study of the relationship among pulpal response, microbial microleakage and particle heterogeneity in a glass-ionomer-base material. Dent Mater 7:217-224, 1991.
- 140- Proado,C., Triana,R., Liena,C., Forner,L., Garro,J. ve Garcia-Godoy F: Influence of acid etching on modified ionomer dentin bonding. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 1807, 1994.
- 141- Qilo,G.: Luting cements: a review and comparison [Review]. Int Dent J 41:81-88, 1991.
- 142- Ray,H. ve Seltzer,S.: A new glass ionomer root canal sealer. J Endod 17:598-603, 1991.

- 143- Reinhardt,J.W., Swift,E.J. ve Bolden,A.J.: A national survey on the use of glass ionomer cements. *Oper Dent* 18:56-60, 1993.
- 144- Rezk-Lega,F., Ögaard,B. ve Rölla,G.: Availability of fluoride from glass ionomer luting cements in human saliva. *Scand J Dent Res* 99:60-63, 1991.
- 145- Sasanaluckit,P., Albustany,K.R., Doherty,P.J. ve Williams,D.F.: Bicompatibility of glass ionomer cements. *Biomaterials* 14:906-916, 1993.
- 146- Saunders,W.P., Saunders,E.M., Herd,D. ve Stephens,E.: The use of glass ionomer as a root canal sealer-a pilot study. *Int Endod J* 25:238-244, 1992.
- 147- Schmalz,G., Thonemann,B., Riedel,M. ve Elderton,R.J.: Biological and clinical investigations of a glass ionomer base material. *Dent Mater* 10:304-313, 1994.
- 148- Seltzer,S. ve Bender,I.B.: Inflammation in the odontoblastic layer of the dental pulp. *J Am Dent Assoc* 59:720-724, 1959.
- 149- Seltzer,S., Bender,I.B. ve Kaufman,I.J.: Histologic changes in dental pulps of dogs and monkeys following application of pressure, drugs and microorganisms on prepared cavities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 14:856-867, 1961.
- 150- Seppä,L. ve Forss,H.: Resistance of occlusal fissures to demineralization after loss of glass ionomer sealants in vitro. *Pediatr Dent* 13:39-42, 1991.
- 151- Seppä,L., Forss,H. ve Ögaard,B.: The effect of fluoride application on fluoride release and the antibacterial action of glass ionomers. *J Dent Res* 72:1310-1314, 1993.

- 152- Serra,M.C. ve Cury,J.A.: The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int* 23:143-147, 1992.
- 153- Sidhu,S.K. ve Watson,T.F.: Fluid permeability and other interfacial characteristics of light cured-glass ionomer restorations. *J Dent Res* 73, Special Issue, Abstract No: 651, 1994.
- 154- Sidhu,S.K. ve Watson,T.F.: Resin-modified glass ionomer materials. *Am J Dent* 8:59-67, 1995.
- 155- Simmons,J.J.: Silver-alloy powder and glass ionomer cement. *J Am Dent Assoc* 120:49-52, 1990.
- 156- Smales,R.J., Gerke,D.J. ve White,I.L.: Clinical evaluation of occlusal glass ionomer, resin and amalgam restorations. *J Dent* 18:243-249, 1990.
- 157- Smith,D.C.: Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 120:20-22, 1990.
- 158- Smith,D.C.: Polyacrylic acid-based cements: adhesion to enamel and dentin. *Oper Dent Supplement* 5:177-183, 1992.
- 159- Stanley,H.R.: Design for a human pulp study. Part I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 25:633-647, 1968.
- 160- Stanley,H.R.: Design for a human pulp study. Part II. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 25:756-764, 1968.
- 161- Stanley,H.R.: Pulpal responses to ionomer cements-biological characteristics. *J Am Dent Assoc* 120:25-29, 1990.

- 162- Stanley,H.R.: Effects of dental restorative materials. J Am Dent Assoc 124:76-80, 1993.
- 163- Stanley,H.R. ve Swerdlow,H.: An approach to biologic variation in human pulpal studies. J Prosthet Dent 14:365-371, 1964.
- 164- Stattmiller,S.P. ve Burgess,J.O.: Shear bond strength of two glass ionomers to contaminated dentin. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 1814, 1994.
- 165- Stewart,G.G.: Clinical application of glass ionomer cement in endodontics: Case reports. Int Endod J 23:172-178, 1990.
- 166- Supak,L.A ve Burgess,J.O.: Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with four cements. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 2487, 1994.
- 167- Svanberg,M., Krasse,B. ve Ornerfeldt,H.O.: Mutans streptococci in interproximal plaque from amalgam and glass ionomer restoration. Caries Res 24:133-136, 1990.
- 168- Svanberg,M., Mjör,I.A. ve Orstavik,D.: Mutans streptococci in plaque from margins of amalgam, composite and glass ionomer restorations. J Dent Res 69:861-864, 1990.
- 169- Swift,E.J., Dogan,A.U.: Analysis of glass-ionomer cement with use of scanning electron microscopy. J Prosthet Dent 64:167-174, 1990.
- 170 Swift,E.J., Pawlus,M.A. ve Vargas,M.A.: Shear bond strength of resin-modified glass-ionomer restorative materials. Oper Dent 20:138-143, 1995.

- 171- Tam,L.E., McComb,D. ve Pulver,F.: Physical properties of proprietary light-cured lining materials. *Oper Dent* 16:210-217, 1991.
- 172- Tobias,R.S., Browne,R.M., Plant,C.G. ve Williams,J.A.: Pulpal response to two semihydrous glass ionomer luting cements. *Int Endod J* 24:95-107, 1991.
- 173- Tobias,R.S., Plant,C.G. ve Browne,R.M.: A comparative pulpal study of the irritant effects of silicate cements. *Br Dent J* 150:119-124, 1981.
- 174- Tobias,R.S., Plant,C.G., Rippin,J.W. ve Browne,R.M.: Pulpal response to an anhydrous glass ionomer luting cement. *Endod Dent Traumatol* 5:242-252, 1989.
- 175- Trope,M. ve Tronstad,L.: Resistance to fracture of endodontically treated premolars restored with glass ionomer cement or acid etch composite resin. *J Endod* 17:257-259, 1991.
- 176- Tu,M.G.: Pulpal response to light-cured glass-ionomer cements in teens. *J Dent Res* 72, Special Issue, Abstract No: 218, 1993.
- 177- Tyas,M.J.: Cariostatic effect of glass ionomer cement: a five-year clinical study. *Aust Dent J* 36:236-239, 1991.
- 178- Tyas,M.J.: Clinical studies related to glass-ionomers. *Oper Dent, Supplement* 5:191-198, 1992.
- 179- Tyas,M.J.: The effect of dentine conditioning with polyacrylic acid on the clinical performance of glass ionomer cement. *Aust Dent J* 38:46-48, 1993.
- 180- Um,C.M. ve Qilo,G.: The effect of early water contact on glass - ionomer cements. *Quintessence Int* 23:209-214, 1992.



- 181- Üçok,M.: Cam iyonomer simanlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile biyolojik açıdan etkilerinin incelenmesi, Doçentlik Tezi, İstanbul, 1982.
- 182- Üçok,M.: Dolgu maddelerinin dentin ve pulpa dokularına etkilerinin incelenmesinde dikkat edilmesi gereken esaslar. İ.Ü.Dişhek. Fak. Derg. 17:116-125, 1983.
- 183- Van Dijken,J.W.V., Persson,S. ve Sjöström,S.: Presence of streptococcus mutans and lactobacillus in saliva and on enamel, glass ionomer cement and composite resin surface. Scand J Dent Res 99:13-19, 1991.
- 184- Verdonschot,E.H., Oortwijn,J.C. ve Roeters,F.J.: Aesthetic properties of three type II glass polyalkenoate (ionomer) cements. J Dent 19:357-361, 1991.
- 185- Vitrebond light-cure glass ionomer liner/base:Product report, 3M Dental Products, 1988.
- 186- 3M Vitremer tri-cure glass ionomer system: Technical Product Profile. 3M Dental Products, 1992.
- 187- Walls,A.W.G.: Glass polyalkenoate (glass-ionomer) cements: a review. J Dent 14:231-246, 1986.
- 188- Wang,B. ve Mitra,S.B.: Differential scanning photocalorimetric study of methacrylate-modified glass ionomers. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 936, 1994.
- 189- Wasson,E.A. ve Nicholson,J.W.: New aspects of the setting of glass ionomer cements. J Dent Res 72:481-483, 1993.

- 190- Watson,T., Sidhu,S. ve Griffiths,B.: Ionomers vs. composites at the tooth interface. "Hunt,P.R. (Ed.): Glass Ionomers: The next generation. Proceeding of the 2nd International Symposium on Glass Ionomers, Philadelphia, Pennsylvania, June, 1994" içinde.
- 191- Watson,T.F.: A confocal microscopical study of some factors affecting the adaptation of a light-cured glass ionomer to tooth tissue. *J Dent Res* 69:1531-1538, 1990.
- 192- Watson,T.F. ve Barlett,D.W.: Adhesive systems: composites, dentine bonding agents and glass ionomers. *Br Dent J* 19:227-231, 1994.
- 193- Weerheijm,K.L., de Soet,J.J., van Amerongen,W.E. ve de Graaff,J.: The effect of glass-ionomer cement on carious dentine: an in vivo study. *Caries Res* 27:417-423, 1993.
- 194- Welbury,R.R. ve Murray,J.J.: A clinical trial of the glass-ionomer cement-composite resin "sandwich" technique in class II cavities in permanent premolar and molar teeth. *Quintessence Int* 21:507-512, 1990.
- 195- Welbury,R.R., Walls,A.W.G., Murray,J.J. ve McCabe,J.F.: The 5-year results of a clinical trial comparing a glass polyalkenoate (ionomer) cement restoration with an amalgam restoration. *Br Dent J* 170:177-181, 1991.
- 196- Wilson,A.D.: Alumino-silicate polyacrylic acid and related cement. *Br Polym J* 6:165-179, 1974.
- 197- Wilson,A.D. ve Crisp,S.: Ionomer cements. *Br Polym J* 7:279, 1975.
- 198- Wilson,A.D. ve Kent,B.E.: Fluoroaluminium silicate glass powder for use as dental cement. *Ger. Offen. No.2, 061-513, 1971.*

- 199- Wilson,A.D. ve Kent,B.E.: The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. J Appl Chem Biotechnol 21:313-320, 1971.
- 200- Wilson,A.D. ve McLean,J.W.: Glass-ionomer cement. Quintessence Publishing Co. Inc. Chicago, 1988.
- 201- Woolford,M.J.: The surface pH of glass ionomer cavity lining agents. J Dent 17:295-300; 1989.
- 202- Woolford,M.J.: Effect of radiant heat on the surface hardness of glass polyalkenoate (ionomer) cement. J Dent 22:360-363, 1994.
- 203- Yoshikawa,T., Hirasawa,M., Tosaki,S. ve Hirota,K.: Concentration of HEMA eluted from light-cured glass ionomers. J Dent Res 73, Special Issue, Abstract No: 254, 1994.

## ÖZGEÇMİŞ

---

1964 yılında Erzurum'un İspir ilçesinde doğdum. Annem Muazzez Demirci evhanımı, babam Fahri Demirci esnaftır. 1983 yılında başladığım yüksek öğrenimimi, İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nden 1988 yılında mezun olarak tamamladım ve 1989 yılında fakültenin Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı, Konservatif Diş Tedavisi Bilim Dalı'nda doktora eğitimime başladım. Halen İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nda Dişhekimi olarak çalışmaktayım.