

TC.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI ve TEDAVİSİ
ANABİLİM DALI

**RADYASYON UYGULANAN DİŞLERDE FARKLI
RESTORATİF MATERYALLERLE YAPILAN
RESTORASYONLARIN MİKROSIZINTI YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Abdül Semih ÖZSEVİK

Samsun

Temmuz-2011

TC.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DİŞ HASTALIKLARI ve TEDAVİSİ
ANABİLİM DALI

**RADYASYON UYGULANAN DİŞLERDE FARKLI
RESTORATİF MATERYALLERLE YAPILAN
RESTORASYONLARIN MİKROSIZINTI YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Abdül Semih ÖZSEVİK

Danışman: Doç. Dr. Ertan ERTAŞ

Samsun

Temmuz-2011

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından Diş Hastalıkları ve Tedavisi Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

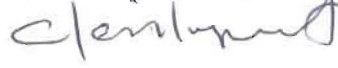
Başkan : Doç. Dr. Ertan ERTAŞ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi



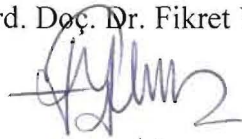
Üye : Doç. Dr. Cemal YEŞLYURT

Karadeniz Teknik Üniversitesi



Üye : Yrd. Doç. Dr. Fikret YILMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye : Yrd. Doç. Dr. İnci DEVRİM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye : Yrd. Doç. Dr. Eda GÜLER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Tezin Adı: Radyasyon uygulanan dişlerde farklı restoratif materyallerle yapılan restorasyonların mikrosızıntı yönünden incelenmesi

Tezi Teslim Eden: Abdül Semih ÖZSEVİK

Tez Savunma Sınav Tarihi: 01/ 07/ 2011

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ertan ERTAŞ

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Süleyman KAPLAN

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR SAYFASI

Doktora eğitimim süresince değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, tez çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ertan ERTAŞ'a,

Tezimin birçok aşamasında değerli katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Bilinç BULUCU'ya,

Tez çalışmamda değerli vakitlerini harcayarak çalışmamı tamamlamama yardımcı olan OMÜ Radyasyon Onkolojisi Bölümü Öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. A. Deniz MEYDAN'a,

Tez çalışmamın istatistiksel bilgilerini hazırlamamda değerli yardımlarını esirgemeyen OMÜ Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Vedat CEYHAN'a,

Tez izleme komitesinde yer alan, destek ve önerileriyle bana yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. İnci DEVRİM ve Yrd. Doç. Dr. Fikret YILMAZ'a,

Dış Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'nın değerli hocalarına,

Yoğun geçen doktora eğitimim boyunca beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum, birçok anıyı paylaştığımız sevgili bölüm arkadaşlarıma ve diğer çalışanlarına,

Bugünlere gelmemde maddi ve manevi desteklerini hep yanımda hissettiğim sevgili annem, babam, kayınvalidem, kayınpederim ve kardeşlerime,

Ve gerek sosyal yaşantımda, gerekse iş hayatımda bana göstermiş olduğu ilgi ve yardımlarından dolayı sevgili eşim Dr. Sevinç N. ÖZSEVİK'e,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

RADYASYON UYGULANAN DIŞLERDE FARKLI RESTORATİF MATERYALLERLE YAPILAN RESTORASYONLARIN MİKROSIZINTI YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Günümüz toplumlarının önemli sağlık sorunları arasında bulunan kanserlerin tedavisinde sıklıkla kullanılan radyoterapi bir takım yan etkilere neden olabilmektedir. Özellikle baş-boyun bölgesi kanserlerinde uygulanan radyasyon, dişlerin kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkileyebilmektedir. Bu çalışmamızın amacı dişlere direkt radyasyon uygulanmasının, klinikte kullanılan çeşitli restoratif materyallerin mikrosızıntıları üzerine etkisini incelemektir.

Çalışmamızda 75'i radyasyon uygulanan grubu ve diğer 75'i ise kontrol grubunu oluşturmak üzere toplam 150 adet çekilmiş insan molar dişi kullanılmıştır. Radyasyon uygulaması baş ve boyun bölgesine uygulanan radyoterapinin normal prosedürü olan günde 2 Gy/d haftada 5 gün olmak üzere 6 hafta boyunca toplamda 60 Gy şeklinde uygulanmıştır. Tüm örneklerin mezial ve distal yüzeylerine birer adet II. sınıf kavite açıldı. Kavitelelerin basamak sınırları bir tarafta mine sement sınırının 1 mm üzerinde diğer tarafta 1 mm altında olmasına dikkat edildi. Her bir grup kendi arasında rastgele 15'erli 5 alt gruba ayrıldı ve dişler GC Fuji IX GP Capsule, GC Fuji II LC Capsule, Dyract Extra, Gradia Direct Posterior ve Filtek Z250'den biri ile restore edildi. Bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra örnekler termal değişim işlemi uygulandı (5°C-55°C'de ($\pm 2^\circ\text{C}$) 30 saniye bekleyecek şekilde 500 kez). %0,5'lik bazik fuksin içerisinde 24 saat oda ısısında bekletilen örnekler mesio-distal yönde kesilerek iki parçaya ayrıldı. Elde edilen kesitlerden stereomikroskop ile X20 büyütmede görüntüler kaydedilerek sızıntı skorları tespit edildi. Skorlar Kruskall-Wallis H testi ve Mann-Whitney U testi kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi.

Radyasyon uygulaması restoratif materyallerin sızıntısını arttırmıştır ($p < 0,05$). Gradia Direct Posterior kompozit radyasyondan en az etkilenen ve en az sızıntı gösteren restoratif materyal olarak bulunmuştur. Restorasyonlarda gingival kenarlarda daha fazla sızıntı meydana gelmiştir. Gıvaldeki sızıntıyı hiçbir materyal tam olarak önleyememiştir.

Anahtar Kelimeler: Radyoterapi, mikrosızıntı, sınıf II restorasyon

A. Semih ÖZSEVİK, Doktora Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Temmuz 2011

ABSTRACT

THE MICROLEAKAGE EVALUATION OF RESTORATIONS WHICH DONE WITH DIFFERENT RESTORATIVE MATERIALS OVER THE RADIATION APPLIED TEETH.

Today, people's one of the most important health problems is cancer. Radiotherapy which is used to treat cancers can cause many adverse effects. The ionized radiation which is used especially on head and neck region influence the physical and chemical features of teeth. The aim of this study is to evaluate the effects of radiation on the microleakage of restorative materials.

In this study, 150 extracted human molar teeth were used. 75 of the teeth were used for irradiated group while the remainings were served as control group. Teeth were irradiated as the standart procedure of head and neck radioterapy; total dose of 60 Gy was delivered in 2 Gy/d fractions for 5 days per week for six weeks. Class II cavity preparation were prepared on the mesial and distal aproximale regions of all of the samples. The cavity was prepared 1 mm over the cemento enamel junction at one side and 1 mm below at the other side on the same tooth. The groups were randomly assigned into five subgroups (n =15) and the samples were restored with GC Fuji IX GP Capsule, GC Fuji II LC Capsule, Dyract Extra, Gradia Direct Posterior and Filtek Z250. After finishing and polishing, all specimens were thermocycled for 500 cycles between 5 and 55 °C respectively using a dwell time of 30 s in each bath and then placed in 0.5% basic fuchsin solution for 24 hours at room temperature. Specimens were sectioned into 2 parts in mesio-distal direction and examined using a stereomicroscope (X20) and microleakage scores were determined. Data were analyzed using the Kruskal-Wallis H and Mann-Whitney U tests and statistically evaluated.

The microleakage of dental adhesives were increased with irradiation application ($p < 0,05$). Gradia Direct Posterior composite showed the minimal microleakage among tested restorative materials. At the gingival regions of the teeth prominent increases in microleakage. None of the materials could prevent the microleakage in gingival region.

Key words: Radiation, microleakage, class II restoration

A. Semih ÖZSEVİK, Doctoral Thesis

Ondokuz Mayıs University, Samsun, July, 2011

SİMGELER ve KISALTMALAR

CİS	Cam iyonomer siman
RMCİS	Rezin modifiye cam iyonomer siman
Gy	Gray
Rad	Radiation absorbed dose
HP	Hydroxylysylpyridinoline
LP	Lysylpyridinoline
DNA	Deoksiribonükleik asit
HEMA	2-hydroxyethyl methacrylate
UDMA	Urethane dimethacrylate
Bis-GMA	Bisphenol A-Glycidyl Methacrylate
Bis-EMA	Bisphenol A glycol dimethacrylate
TEGDMA	Triethylene glycol dimethacrylate
4-MET	4-methacryloxyethyl trimellitic acid
LED	Light-Emitting Diode
QTH	Quartz-Tungsten-Halojen
µm	Mikrometre
mm	Milimetre
cm²	Santimetre kare
°C	Santigrat derece

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR SAYFASI.....	iv
ÖZET.....	v
İNGİLİZCE ÖZET.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. İyonize Radyasyon.....	8
2.2. Radyoterapi Sonucunda Ağız İçerisinde Görülen Değişiklikler.....	9
2.2.1. Mukozit.....	9
2.2.2. Trismus.....	10
2.2.3. Osteoradyonekroz.....	11
2.2.4. Tat Duyusunda Değişiklikler.....	11
2.2.5. Ağız Kuruluğu (Xerostomia).....	12
2.2.6. Radyasyonun Diş Dokuları Üzerine Etkileri.....	14
2.3. Mikrosızıntı Testleri.....	24
2.3.1. Boya Penetrasyon Yöntemi.....	24
2.3.2. Radyoizotop Yöntemi.....	26
2.3.3. Basıncılı hava Yöntemi.....	26
2.3.4. Kimyasal İşaretleyiciler Yöntemi.....	27
2.3.5. Bakteriyel Mikrosızıntı Yöntemi.....	27
2.3.6. Elektrokimyasal Yöntem.....	28
2.3.7. Taramalı Elektron Mikroskop Analiz Yöntemi.....	28
2.3.8. Nötron Aktivasyon Analiz Yöntemi.....	29

3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
3.1. Örneklerin Hazırlanması	34
3.2. Mikrosızıntı Testi	38
4. BULGULAR.....	41
5. TARTIŞMA	49
6. SONUÇLAR	64
7. KAYNAKLAR	65
8. EKLER.....	81
9. ÖZGEÇMİŞ.....	84

1.GİRİŞ

Günümüz toplumlarının önemli sağlık sorunları arasında bulunan kanser bir hücre hastalığıdır. Hücrelerin yaşam süreleri hücre çekirdeğindeki genetik materyalde kodlanmıştır. Bölünme sonucu ortaya çıkan, gelişen ve yaşlanan hücre, dokudaki işlevi sona erdiğinde hücre yıkımı sonucu ortadan kaybolmaktadır. Ancak kanserli hücreler bu plandan dışarı çıkarak kontrolsüz bir şekilde büyümeye ve çoğalmaya başlarlar. Bu çoğalan hücreler bir araya gelerek tümörleri oluştururlar. Kanserler oluşmaya başladıkları organ ve mikroskop altındaki görünüşlerine göre sınıflandırılırlar (Hajdu, 1981; Preston-Martin ve ark., 1990; Güran, 2005).

Ağız boşluğunda, farinkste, larinkste paranazal sinüste, burun boşluğunda ve tükürük bezlerinde (parotis, submandibular, sublingual ve minor tükürük bezlerinde) meydana gelen malign oluşumlar baş ve boyun bölgesi kanserleri olarak adlandırılır. Baş ve boyun bölgesi kanserlerinin tedavileri 17. yy'dan itibaren literatüre girmiştir. Günümüzde bu kanserlerin tedavisinde kemoterapi, radyoterapi veya cerrahi tedavi yöntemleri tek başlarına veya kombine bir şekilde uygulanmaktadır (Hecker ve ark., 2002; Springer ve ark., 2005; Yu ve ark., 2008).

Kanserlerin tedavisinde sıklıkla kullanılan radyoterapi Roentgen'in 1895'te X ışınlarını bulmasıyla başlamış ve 1898'de Radium'un bulunmasıyla geliştirilmiştir (McGurk ve Goodger, 2000). Radyasyon tedavisi baş ve boyun kanserlerinin tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır. Ancak iyonize edici radyasyon kanserli hücrelerin ölümüne yol açarken aynı zamanda normal hücreleri de öldürebilmekte veya bu hücrelere zarar vererek erken ve geç dönemde ortaya çıkan olumsuz yan etkilere neden olmaktadır (Andrews ve Griffiths, 2001).

Baş ve boyun bölgesine radyasyon uygulanan hastalarda kanserli dokularla birlikte orafasiyal dokular, tükürük bezleri, tat tomurcukları, müköz membran, kemik ve dişler de etkilenirler (Andrews ve Griffiths, 2001). Bu dokuların radyoterapiye gösterdiği reaksiyonlar, erken dönemde ve geçici (mukoza, tat, tükürük bezlerinde görülen değişimler), orta vadede (tat ve tükürük bezlerinde görülen değişimler) ve geç

dönemde görülen (tükürük bezleri ve kemikte görülen değişimler) değişiklikler olarak ortaya çıkar (Kielbassa ve ark., 2006).

Baş boyun bölgesine uygulanan radyasyon mine ve dentin gibi diş sert dokularında da hasarlara yol açabilmekte (Jervoe, 1970) ve çürük oluşmasına sebep olabilmektedir. Radyasyon çürükleri adı verilen bu çürük tipi, hızlı ilerleyen ve diş dokularında ciddi hasarlara yol açan bir çürük tipidir ve baş boyun bölgesindeki malign tümörlerin radyoterapisinde sıklıkla karşılaşılan durumdur (Gernhardt ve ark., 2001; Hu ve ark., 2005). Radyasyon tedavisinin tetiklediği hiposalivasyon, ağız florasının ve diyet alışkanlıklarının değişmesi ve yetersiz ağız bakımı radyasyon çürüklerinin en önemli sebeplerindendir (Frank ve ark., 1965; Brown ve ark., 1975). Radyasyon çürükleri dişlerin insizal kenarları, lingual yüzeyleri ve tüberkül tepeleri gibi yüzeylerde ve sıklıkla servikal bölgede görülmektedir (Pyykonen ve ark., 1986).

Kanser tedavisi için geliştirilen yeni teknik ve ekipmanlar, kanserli hastaların yaşam sürelerini uzatmakta ve ağızda doğal dişleri olan hastaların sayısının artmasını sağlamaktadır. Bu durum, hastalar için uygun çürük önleyici ve tedavi edici programların önemini her geçen gün daha da arttırmaktadır (Coleman ve ark., 2003). Yüksek risk grubunda bulunan bu hastalarda, restoratif materyal seçimi önemli bir konudur. Radyoterapi uygulanmış hastalarda restoratif materyal tercihinde materyallerin yapısal özellikleri ve uygulama tekniklerinin avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurulmalıdır. Amalgam restorasyon için bu tür geniş lezyonlarda retansiyon formu oluşturma güçlüğü vardır. Bu nedenle mine, dentin ve semente kimyasal olarak bağlanabilen ve florid açığa çıkarması nedeniyle antikaryojenik etkiye sahip olan cam iyonomer simanlar (CİS) bu grup hastalarda kullanılacak uygun restoratif materyaller olarak düşünülmektedir (Roulet, 1997; Hu ve ark., 2002). Ancak radyoterapi nedeniyle şiddetli ağız kuruluğu olan bu tür hastalarda CİS'nin yapısı gereği kuru ortamlara karşı hassas oluşu nedeniyle restorasyon yüzeyinde ya da kenarlarında çatlaklar meydana gelebilmektedir (Watson, 1990; Sidhu ve ark., 1994; Xie ve ark., 2008). Kompozit rezinlerle bu problemler giderilebilir ancak, kompozit rezinlerin teknik hassasiyet gerektirmeleri, polimerizasyon büzülmesi ve özellikle servikal bölgede yeterli mine dokusu olmayışı nedeniyle ideal bağlantının oluşturulamaması gibi

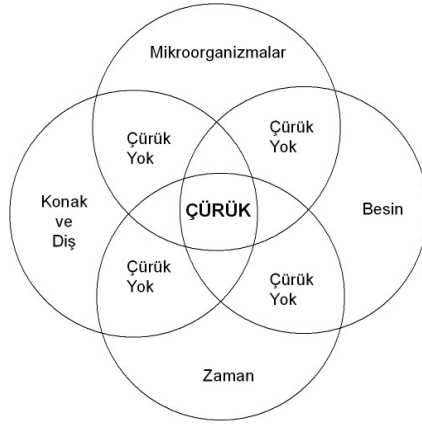
problemler, erken dönemde restorasyon kayıplarına neden olabilmektedir (Roulet, 1997).

Radyasyonun diş sert dokularını nasıl etkilediği henüz tam olarak açıklanamamıştır. Bununla birlikte ağızda yol açtığı değişikliklerin yanında diş dokuları tarafından absorbe edilen radyant enerjinin restorasyon-diş arayüzeyine nasıl bir etkisinin olduğu konusu da açıklığa kavuşmamıştır.

Bu çalışmanın amacı; çekilmiş insan dişlerine radyasyon uygulandıktan sonra hazırlanan II. sınıf kavitelere uygulanan CİS, rezin modifiye CİS, kompomer, posterior kompozit ve mikrohibrit kompozit restorasyonlarının mikrosızıntı yönünden incelenmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

Diş çürüğü, bakteri plağında bulunan asidojen mikroorganizmaların diyetle alınan karbonhidratları plak içinde metabolize ederek asit üretmesi sonucu dişin sert doku elemanları olan mine, dentin ve sement yüzeylerinde demineralizasyon ile başlayan ve bu dokularda başlangıçta mikroskobik düzeyde ve sonrasında makroskobik boyutta madde kayıplarına neden olan çok yönlü karmaşık bir hastalıktır (Lussi ve ark., 2004; Lussi, 2006). Çürük oluşumu için konak, çürük yapıcı bir flora ve besin maddeleri yeterli bir zaman süresince bir arada olmalıdır. Ancak bu dört faktörün bir arada bulunması ile çürük oluşmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Çürüğün oluşması için gerekli 4 faktör.

Diş sert dokuları ağızda bulunan tükürükle sürekli iyon alış-verişinde bulunmakta ve bu alışveriş bir denge içerisinde devam etmektedir. Diş sert dokularından kalsiyum (Ca^{+2}), fosfat (PO_4^{-3}) ve karbonat iyonlarının uzaklaşması demineralizasyon olarak tanımlanır. Ortam pH'sı nötr hale geldiğinde veya alkali hale dönüştüğünde tükürükte çözülmüş halde bulunan diş sert doku yapı elemanlarının tekrar diş yüzeyine tuz kompleksleri halinde çökmesi olayına da remineralizasyon denir. Diş sert doku yüzeyi ile tükürük arasındaki iyon alış verişinin dengesi diş yüzeyinde bakteri plağı olduğunda bozulabilmektedir. Böyle bir durumda süreç demineralizasyon ağırlıklı ilerlemekte ve diş sert dokularında artan yıkımla birlikte çürük meydana gelmektedir (Selwitz ve ark., 2007). Diş çürüklerinin oluşumunu engellemek için demineralizasyonun etkisi azaltılmalı ve remineralizasyonun sağlanması için uygun ortam oluşturulmalıdır.

Demineralizasyonun etkisini azaltmak için; asit üreten bakteri sayısı azaltılarak, mevcut bakteriler tarafından üretilen asit miktarı ve zararlı etkilerinin azaltılması gerekmektedir.

Remineralizasyon için:

- Tükürük akış oranı yeterli olmalı
- İyi ağız bakımı alışkanlığına bağlı temiz diş yüzeyi olmalı
- Ortam bazik olmalı
- Ortamda florür bulunmalıdır (Hotz, 2006).

Bakteri plağı dişlerin, tükürük akımı, dil, dudak, yanak tarafından mekanik olarak temizlenemeyen yerlerinde biriken, beyaz-gri ya da beyaz-sarı renkli organik birikintilerdir. Bu birikintiler içinde ağız mikroflorası kökenli mikroorganizmalar vardır. Bakteri plağındaki mikroorganizmaların çürük oluşturabilmesi için; diş yüzeyine yapışabilme, laktik asit üretebilme, düşük pH'lı ortamlarda canlı kalabilme, farklı pH'larda çoğalabilme, yüksek oranda sakkaroz kullanabilme, ekstraselüler ve intraselüler polisakkarit sentez edebilme gibi özelliklere sahip olmaları gerekmektedir (Lang ve ark., 1987).

Diş çürüğünün başlaması için sadece karyojenik mikroorganizmaların bakteri plağında bulunmaları yeterli değildir. Bakterilerin beslenmeleri ve demineralizasyonu başlatacak asidi üretebilmeleri için ortamda fermente edilebilen karbonhidratların da bulunması gerekmektedir. Günlük diyetle alınan karbonhidratların ağızda bulunan bakteriler tarafından fermente edilmesiyle mineyi demineralize eden asitler oluşmaktadır. Bu yüzden bireylerin beslenme alışkanlıkları çürük gelişimi açısından büyük öneme sahiptir. Son yıllarda artan hazır gıda tüketimi ve ağız diş sağlığına gereken önemin verilmemesi özellikle gelişmekte olan ülkelerde diş hastalıklarının önemli bir sağlık sorunu haline gelmesine sebep olmaktadır (Kidd, 1995).

Bireylerin ekonomik ve sosyal durumu, yaşam şartları ve eğitim seviyeleri, ağız hijyeni ile ilgili bilgi düzeyleri çürük prevalansı ve insidansını etkilemektedir (Antolf ve ark., 1988; Bedi, 1989). Bunlara ek olarak dişlerin tüberkül ve fissür şekilleri, minenin

yapısı ve içerdiği defektler, mine-sement sınırının morfolojisi ve açığa çıkan kök yüzeyleri gibi fiziksel özellikler de çürük riskini etkileyebilmektedir. Ayrıca bireylerin sahip oldukları bazı hastalıklar ve durumlarda diş çürüğü riskini arttırmaktadır.

Yüksek çürük riski bulunan birey ve durumlar:

- Ortodontik tedavi görenler
- Kötü uyumlu parsiyel ya da sabit protezlere sahip olanlar
- Sosyal düzeyi düşük ve kötü yaşam şartlarına sahip olanlar
- Yetersiz ağız bakım alışkanlıkları olanlar
- Gebeler
- Yaşlılar
- Ağız kuruluğu olanlar
- Kemoterapi tedavisi görenler ve immun sistemi baskılanmış olanlar
- Baş boyun kanserleri nedeniyle radyoterapi gören hastalar
- Fiziksel ve mental engelli bireylerdir (Selwitz ve ark., 2007).

Bu durumlardan en önemlileri özellikle ağız kuruluşuna veya tükürük bezi hipofonksiyonuna neden olanlardır. Tükürük, ağız boşluğundaki seromüköz yapıda bir sıvı karışımıdır. Parotis, submandibular ve sublingual tükürük bezleri salgının önemli kısmını karşılamaktadır. Minör tükürük bezleri ve dişeti oluşu sıvısı da ayrıca katkıda bulunmaktadır. Ağız içerisinde 200-300 arasında değişen minör tükürük bezi vardır. Tüm bu bezlerden günde ortalama 1000-1500 ml tükürük salgılanır. Dakikada 0,3-0,5 ml uyarılmamış, 1-3 ml uyarılmış tükürük salgılanır. Parotisten salgılanan seroz tükürük akışkan, proteinden zayıf, mineral bakımından zengin bir sıvıdır. Submandibular ve sublingual bezlerden salgılanan müköz tükürük ise daha az akıcı, protein içeriği daha fazla, daha yapışkan (viskozitesi yüksek) mineral bakımından zayıf bir sıvıdır. Tükürüğün en önemli fonksiyonlarından biri ağız yıkaması ve konuşmaya yardımcı olmasıdır. Ayrıca ağza alınan besinlerin ıslatılarak kaygan hale gelmesine ve

yutulmasına yardımcı olmaktadır (Bardow ve ark., 2008). İçeriğinde bulunan bazı enzimler (alfaamilaz, maltaz) sayesinde karbonhidratların sindirimini başlatır. İçeriğinde bulunan bikarbonat ve fosfat iyonları yardımıyla asit ve alkali maddeleri tamponlayarak seyreltik hale getirir. Tükürük, yapısında bulunan kalsiyum ve fosfat gibi iyonlar ile remineralizasyona yardımcı olur. Sağlıklı bir ağız ve dişlere sahip olabilmek için tükürüğün miktarının normal sınırlarda olması gerekmektedir. Tükürük miktarının azalması diş çürüğü için önemli bir dezavantajdır (Fox, 1989; Edgar, 1990; Oktay, 1998). Tükürük miktarının azalma nedenleri çok çeşitlidir. Bunlardan en önemlileri şöyle sıralanabilir;

- Tükürük bezi yokluğu veya anomalileri
- Tükürük bezi enfeksiyon ve tümörleri
- Beslenme bozuklukları, Anorexia Nervosa
- Baş ve boyun bölgesine radyasyon uygulanması
- Sjögren Sendromu, Parkinson hastalığı, Sarkoidozis ve Romatoid artrit gibi otoimmün hastalıklar
- İnsüline bağlı diyabet
- Hormonal değişiklikler (hipotiroidizm, menopoz)
- Korku-stres-depresyon
- Alınan ilaçlar; antidepresanlar, antihistaminikler, antihipertansifler, diüretikler, trankilizanlar ve bazı narkotik ilaçlar
- Yaş: yaş ilerledikçe submandibular ve minör bez salgılarında azalma görülebilmektedir (Ship, 2002; Jensen ve ark., 2003; Dawes, 2004; Bardow ve ark., 2008).

Yüksek çürük risk grubundaki hastalar çürüğe daha yatkın oldukları için normal bireylerden daha yoğun ve özel tedaviye ihtiyaçları vardır. Koruyucu diş hekimliğinin hedefi de hastaların çürük risk tayinlerini yaparak bireye uygun önleyici tedavileri

belirleyip uygulamaktır. Kanserli hastalarda, özelliklede baş boyun bölgesinden radyoterapi gören hastalarda, uygulanan radyasyonun etkisiyle ciddi ağız kuruluğu ve tükürüğün özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Mukozanın yangısı nedeniyle de yeterli beslenememekte ve ağız bakımını yerine getirememektedirler. Bu hastalar genellikle karbonhidrat ağırlıklı beslenmeleri, buldukları durum nedeniyle psikolojik çöküntü içerisinde bulunmaları ve direkt radyasyonun dişlerin yapısında meydana getirdiği zararlı etkiler nedeniyle yüksek çürük risk grubuna girmektedirler (Papaz ve ark., 2008).

Ağız boşluğunda, farinkste, larinkste paranazal sinüste, burun boşluğunda ve tükürük bezlerinde (parotis, submandibular, sublingual ve minor tükürük bezlerinde) meydana gelen malign oluşumlar baş ve boyun bölgesi kanserleri olarak adlandırılır (Yu ve ark., 2008). Baş-boyun bölgesi birçok dokunun bir arada bulunduğu bölge olduğundan çok değişik kanser türlerini bu alanda görmek mümkündür. Teşhis edilen tüm malign neoplazi olgularının yaklaşık olarak %6'sı baş-boyun bölgesinde görülmekte ve tüm dünyada her yıl yaklaşık 500.000 kişi baş boyun bölgesi kanserlerine yakalanmaktadır (Shibuya ve ark., 2002). Bu alandaki malign tümörlerin tedavisinde kemoterapi, radyoterapi ve cerrahi tedavi yöntemlerinden biri veya birkaçı kanserin türü, bölgesi ve yayılımına göre uygulanmaktadır (Springer ve ark., 2005).

2.1. İyonize Radyasyon

Radyoterapi baş ve boyun bölgesi kanserlerinin tedavisinde önemli bir rol oynar. Radyoterapinin tedavi edici etkisi iyonize radyasyon ile olmaktadır. İyonize radyasyon, uygulandığı alanda atomlardan elektron sökerek atomların iyonlaşmasına ve elektriksel olarak kararsız ortam oluşmasına neden olan radyasyon türüdür. İyonize radyasyon korpuskuler ve elektromanyetik radyasyon olarak ikiye ayrılır. Korpuskuler radyasyon elektron, proton ve nötronlardan oluşurken, elektromanyetik radyasyon X-ray ve gama ışınları tarafından oluşturulan fotonlardan oluşur (Jham ve da Silva Freire, 2006). Klinik uygulamada birçok radyasyon tedavisi fotonlar kullanılarak yapılır (Jayaraman ve Lanzl, 2004).

Radyasyonun hücrelere etkisi direkt veya dolaylı yoldan olmaktadır. İyonize radyasyon çekirdek DNA'nın yapısında bulunan zincirlerde meydana getirdiği kırıklar

nedeniyle DNA'nın ölümüne veya çoğalma kapasitesinin kaybına yol açarak direkt etki eder. 1 Gy'lik bir doz DNA'da yaklaşık 2000 tek ve 40 çift sarmal kırığına yol açabilmektedir. Radyasyonun dolaylı etkisi ise hücre içindeki suyu iyonize ederek DNA için toksik olan serbest radikallerin oluşması şeklindedir. Bu serbest radikaller DNA'nın zincir yapısını ve bölünme sürecini etkileyerek hasara yol açmaktadır. Su, hücre içeriğinin çoğunluğunu oluşturduğundan; radyasyonun bu dolaylı etkisi direkt etkisinden daha fazladır. DNA içeriği mitoz sırasında kopyalandığından, yüksek oranda mitotik aktivitesi olan hücreler radyasyona karşı daha duyarlıdır (Tokatlı, 2008).

Dokular tarafından absorbe edilen radyasyon miktarını ifade etmek için başlangıçta uluslararası bir birim olan rad (radiation absorbed dose) kullanılmıştır. Son zamanlarda bunun yerini Gray almış olup kilogram başına 1 joule olarak tanımlanmıştır. "Gy" Gray in kısaltması olup $1 \text{ Gy} = 100 \text{ cGy} = 100 \text{ rad}$ 'dır. Baş ve boyun bölgesi kanserli hastalara genelde tedavi edici doz olarak 50-70 Gy arasında radyasyon uygulanmaktadır. Bu doz genellikle günde 2 Gy, haftada 5 gün ve toplamda da 5-7 haftalık bir periyotta verilmektedir (Bourhis ve ark., 2005).

İyonize edici radyasyon kanserli hücrelerinin ölümüne yol açarken aynı zamanda normal hücreleri de öldürür veya bu hücrelere zarar vererek erken ve geç dönemde ortaya çıkan bazı yan etkilere neden olur. Mukozit, kserostomi (ağız kuruluğu), tat duyusunda kayıplar, radyasyon çürükleri, trismus ve osteoradyonekroz radyoterapinin en sık görülen komplikasyonlarından. Meydana gelen bu yan etkiler radyasyon uygulanan bölgeyle, uygulanan toplam radyasyon dozuyla, hastanın yaşı ve klinik durumuyla yakından ilişkilidir (Andrews ve Griffiths, 2001; Jham ve da Silva Freire, 2006).

2.2. Radyoterapi Sonucunda Ağız İçerisinde Görülen Değişiklikler

2.2.1. Mukozit

Radyoterapinin ilk yan etkilerinden biri mukozittir. Mukozit radyasyon dozuyla, radyasyondan etkilenen doku miktarıyla ve iyonize radyasyon tipiyle yakından ilişkilidir. Mukozit, ağız ve orofarinks mukoz membranlarının radyasyona karşı gösterdikleri bir inflamasyon reaksiyonu olup ağız mukozası epitelinin bazal hücre tabakasındaki erken hücre ölümlerine bağlı olarak oluşmaktadır. İlerleyen durumlarda

ağrılı pseudomembranöz lezyonlar gelişmektedir. Radyoterapi uygulanan hastaların %80'inde psedomembranöz lezyonlar görülmektedir (Kielbassa ve ark., 2006).

Radyoterapinin yan etkilerinin ilk olarak ağız mukozasında görülme nedeni; mukoza hücrelerinin hızlı bir şekilde çoğalması, kompleks bir mikroflorayla etkileşim halinde olması ve normal fonksiyonlarında bile travmaya maruz kalmasıdır (Kielbassa ve ark., 2006).

Mukozitin klinik belirtileri radyoterapinin 2. haftasında başlar, radyoterapi tamamlandıktan birkaç hafta sonra yavaşça hafifler. Radyasyon tedavisinin 4. haftasından sonra hastanın kan tablosunda değişimler başlar ve anemi, nötropeni, trombositopeni oluşur. Bu durum kanamalara ve organizmanın savunma mekanizmasının zayıflamasına neden olur. Mukozitin oluşma riski hastanın kan tablosunun değişmesine bağlı olarak nötropeni döneminde daha yüksektir. Radyasyon sahasındaki mukoza ince ve atrofik olup en küçük travma dahi ülserasyonla sonuçlanabilir (Sciubba ve Goldenberg, 2006). Ülserasyon bölgeleri beyaz, fibröz bir yapıyla örtülüdür. Bu bölgeler önce küçük odaklar halindedir. Fakat çok kısa sürede diffüze olurlar. Kötü restorasyonlar, kırık dişler veya kötü uyumlu protezlerin neden olduğu mekanik irritasyonla mukozit tablosu daha da kötüleşebilir. Ağız bakımının zayıf olması marjinal ve interdental bölgelerde enflamasyonu daha da kötüleştirir (Symonds, 1998). Çok ciddi mukozitler narkotik ilaç alımını ve parenteral beslenme tedavisi için hastaneye yatmayı gerektirebilir (Sciubba ve Goldenberg, 2006). Bu hastalarda diş fırçalama işlemi ciddi ağrılara neden olduğundan ağız bakım işlemleri ihmal edilebilmektedir. Bu sebeple yüksek risk grubunda bulunan bu hasta grubuna, radyasyonun neden olduğu mukoziti önleyemese de plak oluşumunu azaltacağı için klorhekzidin içerikli gargaraların kullanımı tavsiye edilebilir (Kielbassa ve ark., 2006).

2.2.2. Trismus

Radyoterapi esnasında uygulanan radyasyon çiğneme kaslarında fibrozise ve kasılmaya, temporamandibular eklemdede dejeneratif değişikliklere neden olabilmektedir (Vissink ve ark., 2003). Bu yüzden baş ve boyun bölgesine radyasyon uygulanan hastaların %5-38'inde trismus gelişmektedir (Sciubba ve Goldenberg, 2006). Trismus radyoterapi sırasında oluşabileceği gibi genellikle tedaviyi takip eden altı ay içinde gelişmektedir. Kasların ve eklem kapsülünün fibrozisi ağız açmadaki kısıtlılığın

nedenidir. Hastalara radyoterapi ve cerrahi rezeksiyonla kombine bir tedavi uygulandığında daha şiddetli trismus gelişmektedir. Trismusun gelişmesi yavaş olduğundan çene egzersizleri en önemli koruyucu yöntemdir (Barrett ve ark., 1988; Ord ve Blanchaert, 2000). Trismus nedeniyle ağız açıklığı kısıtlanmakta, fırçalama ve bakım işlemleri güçleşmekte, plak retansiyonu ve çürük aktivitesi artmaktadır.

2.2.3. Osteoradyonekroz

Osteoradyonekroz, radyasyon tedavisinin en ciddi komplikasyonudur (Friedman, 1990). Baş ve boyun bölgesine uygulanan radyasyonun kemik, periost, bağ dokusu ve damar epiteli üzerindeki etkileri geç dönemde ortaya çıkar. Ancak çok ciddi etkilere sahiptir. Radyasyonun etkisiyle osteoblastik aktivitede azalma, yeni kemik yapımında bozulma, damarlanmada azalma ve bağ dokusu lifleri yapımında aşırı bir artış görülmektedir. Özellikle küçük kan damarları büyüklere göre radyasyona karşı daha duyarlıdır. Radyoterapide damarlarda başlangıçta periarterit ve endarterit ortaya çıkar ve bu durum ilerleyerek damar iç çeperinde kalınlaşmaya, bağ dokusu yapımında artışa ve endotel kaybına neden olur. Sonuçta; radyasyon sahasındaki dokulara olan kan akımını azaltan bir daralma ve tıkanma söz konusu olmaktadır. Radyasyona maruz kalmış kemikte, lokal hiposellüler (hücre azalması) ve hipoksik (oksijen yetersizliği) değişiklikler nedeniyle yeterli iyileşmenin olmaması sonucu osteoradyonekroz gelişebilmektedir (Thorn ve ark., 2000; Jham ve da Silva Freire, 2006).

2.2.4. Tat Duyusunda Değişiklikler

Radyoterapiyle birlikte tat alma duyusunda değişiklik veya azalma meydana gelebilmektedir. Tat duyusu yaklaşık 30 Gy'lik bir dozdan sonra azalmaktadır. "Circumvallate" ve "fungiform papillae" gibi tat tomurcukları radyasyona karşı çok duyarlı yapılardır. Bu yapılar lokalizasyonları nedeniyle baş ve boyun bölgesine uygulanan radyasyondan etkilenmektedirler. Bu yüzden tedavi sürecinde tat alma duyusunda azalma veya tamamen kayıp söz konusu olabilmektedir. Bu kayıplar genelde tedaviden 4 ay sonra yerine gelmektedir. Ancak bu durum bireyler arasında farklılık gösterebilmekte ve bazı hastalarda tat duyusunun kalıcı olarak kaybı meydana gelebilmektedir (Silverman, 1999).

Tat almadaki bu değişiklikler sadece radyoterapinin bir etkisi değildir. Hem mukozitin gelişmesi hem de tükürük salgısındaki azalmanın neden olduğu bir durumdur

(Aguiar ve ark., 2009). Tat almadaki bu değişiklikler hastanın beslenmesini etkilemekte ve iştah kaybına neden olabilmektedir. Acı ve ekşiye karşı olan tat alma duyusundaki değişiklikler tuzlu ve tatlıya oranla daha fazladır. Bu durum hastaların daha çok karbonhidrat ağırlıklı beslenmesine neden olmakta ve dolayısıyla hastaların çürük riskini arttırmaktadır (Kielbassa ve ark., 2006).

2.2.5. Ağız Kuruluğu (Xerostomia)

Baş-boyun bölgesinden kanserli hastalarda gerek tümörün ilk lokalizasyonu gerek tedavi esnasında sınırlı bir alanda çalışılmasından dolayı tükürük bezleri sıklıkla iyonize edici ışınların etki alanında bulunmaktadır. Bu nedenle tükürük bezlerinin yapılarında parsiyel ya da total yıkımlar meydana gelmekte ve salgılanan tükürük miktarında azalma görölmektedir (Jham ve ark., 2008).

Radyoterapinin ilk iki haftası sonunda radyasyon dozu 20 Gy'e ulaştığında tükürük bezi fonksiyonlarının yaklaşık %80'i kaybolur (Bonan ve ark., 2003). Radyoterapi tamamlandığında tükürük akışı yaklaşık %95 azalmaktadır. Someya ve ark. (2003) 58 Gy üzerindeki radyasyon dozuna maruz kalan hastalarda tükürük bezlerinin uyarılmalarına rağmen tamamen fonksiyonlarını kaybettiklerini bildirmişlerdir. Tükürük bezlerinin radyasyona maruz kalması başta seröz üretim yapan hücreler olmak üzere salgı hücrelerinin atrofisine, salgı bezlerinde de fibrozise, yağlı dejenerasyona ve hücrenel nekrozlara neden olabilmektedir (Silverman, 1999). Bunun sonucunda tükürük koyu ve yapışkan hale gelmekte ve hastalarda ciddi ağız kuruluğu gelişebilmektedir. Tükürük bezlerindeki fonksiyon bozuklukları hayati tehlike yaratmasada, hastanın yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemekte ve hastalarda disfaji, odinofaji, konuşma ve çiğnemedede güçlük meydana getirmektedir (Hu ve ark., 2002; Sciubba ve Goldenberg, 2006). Çiğneme ve yutmada ağrı, iştah azlığı, bulantı ve fiziksel rahatsızlıklar psikolojik olarak zor bir dönemde bulunan hastaların durumunu daha da kötüleştirmektedir. Bu problemler hastaların yiyecek ve içecek seçimlerini etkilemektedirler. Ciddi ağız kuruluğu bulunan hastaların beslenmelerini sağlamak için özel mama şeklindeki besinleri kullanmaları gerekebilmektedir. Bu besinler yumuşak, yapışkan ve karbonhidrattan zengin içeriktedirler. Bu besinlerin sık tüketilmesi çürük riskini beraberinde getirmektedir (Brown ve ark., 1975; Vissink ve ark., 2003; Kielbassa ve ark., 2006).

Ağız kuruluğu, tükürük bezinin radyasyona maruz kalan hacmine, toplam radyasyon dozuna ve hastanın özelliklerine bağlı olarak birkaç ay veya yıl boyunca sürebilir ya da kalıcı hale gelebilir (Bonan ve ark., 2003; Aguiar ve ark., 2009). Bu sebeple tükürük bezlerinin radyasyondan etkilenmesini en aza indirmek gerekmektedir.

Ağız kuruluğu gelişen hastalarda tedavinin öncelikli amacı semptomatik rahatlama sağlamaktır. Bu amaçla tükürük bezlerini mekanik olarak (şekersiz, ksilitollü sakız çiğnemek) ya da ilaçla uyararak hiposalivasyonun azaltılmasına çalışılmalıdır (Edgar ve ark., 1994; Ship, 2002; Shiboski ve ark., 2007). Tükürüğün azlığında veya yokluğunda tükürüğün yerine su, gliserin ve yapay tükürük preparatları sıklıkla kullanılmaktadır. Karboksimetilselüloz ve hidroksetilselüloz preparatları, mukopolisakkarit solüsyonları, gliserat polimerler ve alkol içermeyen solüsyonlar ağzın nemliliğinin ve kayganlığının sağlanmasına, mukus ve debrisin temizlenmesine yardımcı olabilmektedir (Valdez, 1991; Kielbassa ve ark., 2001). Ayrıca sistemik olarak tükürük salgısını arttırıcı pilokarpin gibi ilaçlar kullanılabilir (Edgar ve ark., 1994; Jham ve ark., 2007). Ancak bu ilaçların etkileri ilaç kesildiğinde bitmektedir. Ayrıca sistemik ilaçların bir takım yan etkileri görülebilmektedir. Ancak yüksek çürük riski olan ve ciddi ağız kuruluğu olan bu hasta gruplarında bu ilaçların kullanımı tavsiye edilebilir (Aguiar ve ark., 2009).

Radyasyon tedavisi esnasında tükürüğün miktarı yanında bileşiminde, antibakteriyel özelliklerinde, iyon konsantrasyonunda, tamponlama kapasitesinde ve pH'sında değişiklikler meydana gelmektedir (Eliasson ve ark., 2006; Kielbassa ve ark., 2006). Tükürük pH'sı ortalama 7,0'den 5,0'e düşmekte (Kielbassa ve ark., 2006) ve bu durumda özellikle açığa çıkmış olan kök yüzeylerinde demineralizasyona neden olabilmektedir (Büyükköprü ve Dural, 2008). Tamponlama kapasitesinin düşmesiyle birlikte demineralizasyon/remineralizasyon dengesi demineralizasyon yönüne kaymakta ve dişin yapısında bulunan mineraller mine ve dentinden kolayca çözünmektedir (Almstahl ve Wikstrom, 2003).

Radyoterapide 10-30 Gy arasında maruz kalınan düşük dozdaki radyasyon ağız florasında önemli değişikliklere neden olmazken, daha yüksek düzeylerde alınan radyasyonda *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus* gibi karyojenik mikroorganizmalarda artış görülmekte, *Streptococcus sanguis*, *Neisseria* ve *Fusobacterium* gibi karyojenik

olmayan mikroorganizmalarda azalma görülmektedir (Brown ve ark., 1975; Eliasson ve ark., 2006).

2.2.6. Radyasyonun Diş Dokuları Üzerine Etkileri

Dişlerin dış tabakasında vücudun en yoğun mineralize dokusu olan mine bulunmaktadır. Mine %95'i inorganik, %1'i organik ve %4'ü sudan oluşan bir yapıdır. Mineyi destekleyen dentinin yapısının %70'ini inorganik, %20'sini organik ve %10'unu su oluşturmaktadır. Diş minesini çok az miktarda kolajen içerirken dentinin organik matris içeriğinin yaklaşık %90'ı kolajendir. Radyoterapi esnasında uygulanan radyasyon dişlerin organik bileşenlerine özellikle kolajen fibrillerine zarar vererek dişlerin mekanik özelliklerinde ve mikromorfolojilerinde değişikliklere neden olabilmektedir (al-Nawas ve ark., 2000; Franzel ve Gerlach, 2009).

Minenin yapısını oluşturan organik matristeki kolajen karboksilatlarının kalsiyum iyonları ile apatit kristallerindeki fosfat grupları arasında elektrostatik bağlantı bulunmaktadır. Direkt radyasyonun etkisiyle bu bağlantıda dekarboksilasyon oluşmakta, fosfat grupları ile kolajenler arasındaki bağlantıda kopmalar meydana gelmekte ve karbondioksitin oluşmasıyla hidroksiapatit kristallerde mikrokırıklar görülebilmektedir (Soares ve ark., 2010). Ayrıca direkt radyasyonun etkisi ile mine prizmalarının yapısında bulunan sodyum, karbonat ve magnezyum gibi minerallerde çözünmeler oluşabilmekte ve minenin yapısında mikro düzeyde bozulmalar meydana gelebilmektedir. Bu durum minenin asit ataklarına karşı direncini azaltmaktadır (Baker, 1982; Jansma ve ark., 1990; Grotz ve ark., 1997; 1998; Franzel ve ark., 2006).

Dentin yapısı mineye göre daha fazla organik madde içermektedir. Dentinin yapısında bulunan tübüllerin etrafı iyi mineralize olmuş peritübüler dentinle çevrilidir. İntertübüller bölgede apatitle güçlendirilmiş Tip I kolajen fibriller bulunmaktadır. Hydroxylysylpyridinoline (HP) ve Lysylpyridinoline (LP) olgun kolajenin çözünmez iki çapraz bağıdır. HP olgunlaşmış bütün canlı dokularda bulunurken LP özellikle dentin ve kemikte bulunmaktadır. Direkt radyasyonun etkisiyle HP ve LP konsantrasyonunda önemli derecede azalma olmaktadır. Bu durum kolajen miktarında azalmaya neden olmaktadır (Springer ve ark., 2005). Bununla birlikte uygulanan radyasyon intertübüller dentinde bulunan kolajen ile apatit yapının birleşiminin minede olduğu gibi etkilenmesine neden olmakta ve hidroksiapatit yapıda mikrokırıklara neden

olabilmektedir. Ayrıca radyasyonun etkisiyle organik matrisin denaturasyonu sonucunda mine dentin birleşim bölgesindeki bağlantı etkilenmekte ve dentinin dayanıklılığı azalmaktadır (Cheung ve ark., 1990; Pioch ve ark., 1992; Soares ve ark., 2010).

Diş pulpası dentinin su dengesinde ve odontoblastik aktivitesinde çok önemli rol oynamaktadır. Pulpanın çıkartılması ya da görevini yapamaz hale gelmesi bu dengenin bozulmasına ve dişlerin kırılabilirliğinin artmasına neden olmaktadır. Radyasyon, canlı dişlerin pulpasında hipovaskülarizasyona bağlı olarak dolaşımda bozulmalara neden olmaktadır. Ayrıca pulpada fibrozis, hiyalinizasyon ve kalsifikasyonlar görülmesine neden olabilmektedir. Radyasyonun etkisiyle odontoblastik metabolizmada meydana gelen değişiklikler dentin tübüllerinde ve diş yapılarında bozulmalara neden olabilmekte ve dişlerin fiziksel özelliklerinin etkilenmesine ve radyasyon çürüklerinin oluşmasına neden olmaktadır (Springer ve ark., 2005).

Radyoterapi uygulanan hastalarda sıklıkla görülen radyasyon çürükleri hızlı başlamakta ve çok çabuk ilerlemektedir. Radyasyon çürükleri diş çürüklerinin yüksek derecede yıkıcı bir formudur. Çürükler radyoterapiden 3-6 ay sonra oluşmaya başlar ve bütün dişlerin yıkımı yaklaşık 3-5 yıl kadar sürer (Specht, 2002). Radyoterapi sonrası oluşan çürüklerin diğerleri gibi fissürlerden veya dental plak retansiyonu için uygun yerler yerine, dişlerin kolelerine yakın bukkal yüzlerinden başladığı ve kahverengiden siyaha kadar değişen renklerde gözlemlendiği dikkati çekmektedir. Ayrıca diş embriyolojisi açısından minenin olgunlaşmasının en optimal düzeyde olduğu bölgelerde yani tüberkül tepeleri ve kesici kenarlarda bile bu tür çürükler oluşmaktadır. Bu çürüklerin normal dentin çürüklerinden farkları, lezyonların bütün bukkal, palatinal, lingual yüzeylere, insizal ve okluzal kenarlara yayılabilmesidir (Kielbassa ve ark., 2006).

Radyasyon çürüğü çok etkenli ve kompleks bir çürük tipidir. Tükürüğün miktarında azalma, kompozisyonundaki değişiklikler ve tamponlama kapasitesinde azalma, ağız bakımının sağlanmasında ki zorluklar, karyojenik mikroorganizmaların ortamda baskın oluşları, radyasyonun canlı pulpa ve dentin üzerine direkt dejeneratif etkileri (Grotz ve ark., 1997; Hu ve ark., 2002) ve karyojenik diyet ile beslenme çürük riskini ciddi bir şekilde arttırmaktadır (Kielbassa ve ark., 2006; Silva ve ark., 2009). Bu yüzden özellikle açığa çıkmış kök yüzeyleri dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Kök

yüzeylerinde demineralizasyonun başlaması için kritik pH 6,7 civarındadır. Radyoterapi nedeniyle tükürük pH'sının düşmesi kök yüzeylerinde çürük lezyonlarının kolaylıkla başlamasına ve hızla ilerlemesine neden olmaktadır (Kielbassa ve ark., 2006).

Pulpa dokusundaki kanlanmanın azalmasına ve atrofiye bağlı olarak genelde hastaların ağrıya karşı hassasiyetleri azalır ve diş tedavi edilemez hale gelinceye kadar hastalar tedavi arayışına girmezler. Radyasyon çürükleri genelde 3 tipte görülür.

- I.tip dişin mine sement birleşim bölgesinde olup dişi çepeçevre sarar ve genelde kron kaybına neden olur.
- II.tip dişin bütün yüzeylerini saran çürük tipidir.
- III.tip ise diğerlerine göre daha az rastlanılan tip olup dentinde koyu kahverengi/siyah renk değişikliği şeklinde görülür (Aguiar ve ark., 2009).

Hastalıkların tedavilerinde geliştirilen yeni tedavi metotları ve teknolojik gelişmeler kanserli hastaların yaşam sürelerini arttırmakta ve ağızda doğal dişleri olan hastaların sayısının artmasını sağlamaktadır. Bu durum hastalar için uygun çürük önleyici ve tedavi edici programların önemini her geçen gün daha da arttırmaktadır. Yüksek risk grubunda olan bu hasta grubunda restoratif materyal seçimi önemli bir konudur. İdeal olarak seçilen materyalin tutuculuğu iyi olmalı, ikincil çürükleri engellemeli, dehidratasyona ve asit ataklarına karşı dirençli olmalı, kolay ve çabuk uygulanabilmeli ve maliyeti az olmalıdır (Hu ve ark., 2002; Aguiar ve ark., 2009). Ancak bu tür hastalarda meydana gelen radyasyon çürüklerinin restorasyonunda bir takım zorluklarla karşılaşmaktadır. Ağız açıklığının kısıtlı olması ve servikal lezyonlara ulaşımın zor olması çürüklerin yetersiz uzaklaştırılmasına neden olabilmektedir (Hu ve ark., 2005). Ayrıca lezyonların genelde tüm diş yüzeylerini sarması nedeniyle tutuculuğun sağlanması zor olmaktadır. Hazırlanan bu kavite preperasyonlarına amalgam, CİS ve kompozit gibi bir takım restoratif materyaller yerleştirilebilir. Ancak amalgam dolgu için bu tür geniş lezyonlarda retansiyon formu oluşturmanın güç olması bu materyallerin kullanımını kısıtlamaktadır. Amalgam; uygulama kolaylığı, dayanıklılığı ve ekonomik olması nedeni ile 150 yılı aşkın süredir yapısal bütünlüğünü kaybetmiş diş dokularını restore etmek amacıyla diş hekimliğinde kullanılan bir malzemedir (Pistorius ve Willershausen, 2002). Estetik olmaması,

elektriği ve ısıyı iyi iletmesi, kopma ve gerilme direncinin düşük olması, metalik yapısından dolayı zamanla doğal dişlerde renklenmeye ve ağız içinde galvanik akımlara neden olması, civa içermesi ve tutuculuk için sağlam diş dokularının bir bölümünün kaldırılması gerekliliği diş hekimlerini alternatif materyaller arayışına yönlendirmiştir (McLean, 1987; Newman, 1991; Roulet, 1997; Gross ve ark., 2001). Bu nedenle mine, dentin ve semente kimyasal olarak bağlanabilen ve florid salınımı yapması nedeniyle antikaryojenik etkiye sahip olan cam iyonomer simanlar bu hasta gruplarında kullanılacak uygun restoratif materyaller gibi görünmektedirler. Ancak radyoterapi nedeniyle şiddetli ağız kuruluğu olan bu tür hastalarda CİS'nin yapısı gereği kuru ortamlara karşı hassas oluşu, yerleştirilen dolgu materyalinin yüzeyinde ve kenarlarında çatlaklar oluşturabilmektedir (Watson, 1990; Sidhu ve Watson, 1994; Xie ve ark., 2008). Yetersiz ağız hijyeni ve tükürük tamponlama kapasitesi ağız pH'sının düşmesine ve hyaluronik asitin oluşmasına neden olmakta (Aguiar ve ark., 2009) bu durumda hastalara uygulanan CİS'larda erozyonlara sebebiyet vermekte ve restorasyonun başarısını etkilemektedir (Hu ve ark., 2002). Kompozit rezinlerle bu problemler elimine edilebilir ancak bu defa da kompozitlerin teknik hassasiyet gerektirmeleri, polimerizasyon büzülmesi göstermeleri ve özellikle servikal bölgede yetersiz mine dokusu olmasından kaynaklı ideal bağlantı oluşturmada güçlükler gibi bir takım problemler erken dönemde restorasyon kayıplarına neden olabilmektedir (Roulet, 1997).

Cam iyonomer simanlar biyouyumlu, termal genişleme katsayısı diş dokularına yakın olan, diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanabilen ve florid salımı yapabilen restoratif materyallerdir (Ruse, 1999; Berg, 2002). Cam iyonomer simanlar ilk başlarda yüksek düzeyde ve hızda florid salımı yaparken zamanla florid salımı ve hızı düşmektedir. Cam iyonomer simanlar florid içeren ajanlarla temas ettiklerinde kaybettikleri florü tekrar kazanıp bunları tekrar salabilirler (Haveman ve ark., 2003). Bu olumlu özelliklerine rağmen, fiziksel ve estetik özelliklerinin yetersizliği, sertleşme reaksiyonu sırasında nem ile temasa duyarlı olmaları, mekanik aşınmaya olan dirençlerinin az olması, kırılğan olması (Ruse, 1999; Xie ve ark., 2008) ve sertleştikten sonra da susuz ortamda kaldığında yapısının hasar görmesi nedeniyle yeni materyaller geliştirilmesi yönünde çalışmaların devam etmesine gerek duyulmuştur (Sidhu ve Watson, 1994; Burke ve ark., 2002). Bu amaç doğrultusunda CİS'in matrisinde ya da

doldurucularında yapılan bir takım değişiklikler ile materyal iyileştirilmeye çalışılmıştır. İlk olarak CİS mekanik özelliklerini arttırmak için yapısına doldurucu olarak gümüş-kalay-bakır ile birlikte amalgam parçacıkları katılmıştır. Fakat klinik ve labaratuvar çalışmaları başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Daha sonra CİS'in yapısında bulunan asitle çözünen cam taneciklerine metaller (gümüş) katılmıştır. Bunlara ceramic-metal'in kısaltması olan "cermet" adı verilmektedir. Günümüzde hala kullanımda olan malzemelerdir. Fakat yapısındaki bu değişiklikler CİS'ların bir takım mekanik özelliklerini geliştirmesine rağmen gümüş salması ve florid salınım oranında düşme göstermesinden dolayı istenilen başarı elde edilememiştir (Ruse, 1999).

CİS'ları geliştirmek için ikinci yaklaşım CİS'ların matrisinde yapılan değişikliklerdir. Yapılan bu değişikliklerle rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCİS) ve poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer) adı altında iki farklı tip hibrit cam iyonomer siman üretilmiştir (Türkün ve Çelik, 2007).

1990'larda geleneksel CİS yerini rezin modifiye cam iyonomer simanlar almaya başlamıştır. Yapılan değişikliklerle matristeki polialkenoate zincirine doymamış karbon-karbon bağları eklenerek methacrylate monomeri ve/veya di methacrylate monomerleri birleştirilmiştir. Doymamış karbon-karbon bağları serbest radikal polimerizasyon reaksiyonlarıyla (kimyasal ya da ışıkla aktive edilerek) matrisle çapraz kovalent bağlar kurmaktadır. Bu kurulan bağlar sertleşmiş materyalin mekanik özelliklerini önemli ölçüde arttırmaktadır (Ruse, 1999). Rezin modifiye cam iyonomer simanlarda geleneksel CİS'larda olduğu gibi asit baz reaksiyonu olmaktadır. Fakat yapısına katılan rezin monomer (HEMA) (%4,5) ile ayrıca rezin polimerizasyon safhası eklenmiştir. Ürünün kendi özelliklerine bağlı olarak bu rezinin polimerizasyonu ya self cure (kendi kendine, otopolimerizan), ya bir ışık kaynağı ile ya da her ikisiyle beraber (dual - ikili) olur. RMCİS karıştırıldığında asit baz reaksiyonu başlar. Işık ile polimerize edildiğinde klinik olarak sertleşme tamamlanmış gibi görünse de asit baz reaksiyonu yavaş bir şekilde devam etmektedir (Tyas ve Burrow, 2004). Yapısındaki bu değişikliklerle rezin modifiye cam iyonomer simanların diş dokularına adezyonu hem kimyasal hem de mikromekanik olarak gerçekleşmesi sağlanmıştır (Oba ve ark., 2003). Yapılan geliştirmelerle geleneksel CİS'lara göre daha uzun çalışma imkânı veren, çabuk sertleşme süresi olan, bitirme ve polisaj işlemleri hemen yapılabilen, daha iyi estetik ve

mekanik özelliklere sahip bir yapı elde edilmiştir (Mitra, 1991). Ancak bu olumlu gelişmelere rağmen CİS'lardaki dehidratasyona karşı duyarlılıkta önemli bir azalma elde edilememiştir (Sidhu ve ark., 1997). Bu yüzden geleneksel CİS'larda olduğu gibi RMCİS'larda da materyalin su dengesi önemli bir konudur.

Rezin modifiye cam iyonomer simanlardan kısa bir süre sonra kompomerler geliştirilmiştir. Kompomerler kompozit ile cam iyonomer simanların olumlu özelliklerinin birleştirilmesi amacıyla üretilmişlerdir. Yapılarında dimetakrilat monomeri ile iki karboksilik grup bulunur. Doldurucu olarak da CİS'lardaki iyon salabilen cam tanecikleri bulunur. Bu materyallerin sertleşme reaksiyonu daha çok kompozit rezinlerin sertleşme reaksiyonuna benzemektedir. Işık uygulanımını takiben, monomerler arasında kompozit rezinde olduğu gibi çapraz bağlantılar meydana gelir. Ancak bu materyaller diş sert dokularına kimyasal olarak bağlanamamaktadır (Ruse, 1999). Kaviteye kolaylıkla taşınabilmeleri, el aletleriyle işlenebilir olmaları, ışık ile polimerize olabilmeleri, çeşitli renk seçeneklerine ve estetik özelliklere sahip olmaları ve cam iyonomer simanlara göre daha dayanıklı olmaları önemli avantajlarıdır. Ancak basınç ve sertlik dirençleri, kopma dayanımları ve sertliklerinin kompozitler kadar iyi olmaması, CİS'lara göre florid salınımının daha az olması önemli dezavantajlarıdır (McLean ve ark., 1994; Grobler ve ark., 1998).

Özellikle son 35-40 yıl içinde adeziv restoratif materyallerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri oldukça geliştirilmiştir. Restoratif materyallerin dişin mine ve dentin dokusuna adezyon ile bağlanabilmesinde de büyük ilerlemeler kaydedilmiştir (Dayangaç, 2000). Bu sayede koruma amacı ile genişletme yapılan geleneksel kavite preparasyon tekniklerinin yerine daha konservatif uygulamaların yapılmasına olanak sağlanmıştır (Burrow ve ark., 1996). Adezyon, farklı iki maddenin molekülleri arasındaki çekim kuvvetine denir. Adezyon oluşturan maddeye "adeziv", adezivin uygulandığı maddeye "aderent" adı verilir (Dayangaç ve Özgünaltay, 1993). Diş hekimliğinde başarılı bir restorasyon elde edebilmek için iyi bir kenar uyumu sağlamak gerekir. İyi bir kenar uyumu ise restoratif materyal ile diş sert dokusu arasında iyi bir adeziv bağlanmanın oluşmasına bağlıdır (Driessens, 1977). Ancak, ağız ortamında bu şekilde bağlanmanın sağlanması oldukça zordur.

Günümüzdeki adeziv sistemlerin mineye ve dentine bağlanma özellikleri farklıdır. Restoratif materyallerin mineye adezyonu rutin olarak gerçekleştirilen ve güvenilir bir yöntemken, dentine bağlanma daha problemlidir (Swift ve ark., 1995; Latta ve Barkmeier, 1998). Dentine bağlanmadaki güçlüğün sebebi dentinin kompleks yapısı ve kompozisyonudur. Dentinin yapısında mineden daha fazla su ve organik yapı bulunmaktadır (Pashley, 1992; Bulucu ve ark., 2009). Minedeki hidroksiapatit kristallerinin düzenli dizilimlerinin aksine, dentindeki hidroksiapatitler kolajenden oluşmuş organik matris içinde rastgele dizilmişlerdir. Ayrıca minedeki hidroksiapatit kristalleri dentindekilere oranla daha küçük olup daha az kalsiyum ve karbonat içerir. Dentin dokusu çok sayıda kanal içermektedir. Dentinde cm^2 de yaklaşık 2-3 milyon dentin tübülü bulunmaktadır. Pulpaya yaklaştıkça intertübüler dentin azalmakta, tübül çapı ve yoğunluğu artmaktadır. Bununla birlikte dentinin geçirgenliği pulpaya yaklaştıkça artmaktadır (Pashley, 1990). Pulpa yakınlarında dentin tübüllerinin yüksek su içermesi ve tübüllerin içerisindeki sıvının yaklaşık 25-30 mm civa basıncı ile pulpadan dış yüzeye doğru itilmesi nedeniyle özellikle derin kavitelerde dentine bağlanmada problem yaşanabilmektedir. Bağlantıyı zorlaştıran diğer bir durumda dentinin protein içeriğinin fazla olması nedeniyle yüzey enerjisinin düşük (44,8 dynes/cm) olmasıdır. Yüzey enerjisinin düşük olması ıslanabilirliği azaltmakta ve bağlantıyı güçleştirmektedir (Pashley, 1990; Burrow ve ark., 2002). Kavite preperasyonu esnasında frez ya da benzeri kesici el aletleri ile yapılan kesme ve aşındırma işlemleri sonucunda dentin yüzeyinde kan, tükürük, bakteri, hidroksiapatit ve kısmen denatüre olmuş kolajen lifleri içeren 1-5 μm kalınlığında "smear" tabakası oluşur (Pashley, 1990; Pashley, 1992; Arıkan, 2005). Restoratif işlemler esnasında, dentinde oluşan smear tabakası bir diffüzyon bariyeri olarak işlev görür bu yüzden iyi bir adezyon için smear tabakası ya modifiye edilmeli yada ortamdan tamamen kaldırılmalıdır (Sancaklı, 2010).

Adeziv sistemlerdeki gelişmelere rağmen diş ile materyaller arasında meydana gelen mikrosızıntı restoratif diş hekimliğinin en önemli sorunlarından biridir (Pashley, 1990; Pashley ve ark., 1993; Beznos, 2001; Bulucu ve ark., 2009). Mikrosızıntı, restoratif materyal ile kavite duvarı arasından bakteri, sıvı, molekül, enzim, asit ve iyonların mikroskobik geçişi şeklinde tanımlanır. Mikrosızıntıya bağlı olarak dişlerde adeziv bağlantıda zayıflama, renk değişikliği, aşırı duyarlılık, ikincil çürükler, pulpa dokusunda enflamasyon meydana gelebilir. İleri durumlarda ise restoratif materyalde

kırılmalar, restorasyonun kaybı ve pulpa yıkımları görülebilmektedir (Kidd, 1976; Hogan ve Burrow, 2001; Türkün ve Ergücü, 2004).

Mikrosızıntıya minenin ve dentinin yapısı, yüzeyler arası basınç değişikliği, kapiller çekim, restoratif materyalin diş yapısına zayıf adaptasyonu, restorasyonun gelen kuvvetler ile elastik deformasyona uğraması, zaman içerisinde restorasyon yüzeyinin aşınması, kenar kırılmaları, restorasyonun yerleştirilmesi esnasında yetersiz izolasyon, hekimin dikkatsizliği ve gerekli kurallara uymaması gibi birçok faktör sebep olabilmektedir (Sparrus ve Grossman, 1989; Taylor ve Lynch, 1992; Retief, 1994; Kucukesmen ve Sonmez, 2008). Ancak mikrosızıntının en önemli nedenlerinden biri kullanılan materyallerin termal genişleme katsayılarının dişten daha fazla olması dolayısıyla restoratif materyal ile diş sert dokusunun ısı değişimleri karşısında gösterdikleri genişleme ve büzülme oranlarının farklı olmasıdır. Restoratif materyal ile diş sert dokusunun termal genişleme katsayıları arasındaki bu fark nedeniyle, ağız içindeki normal ısıl değişiklikler bile restorasyon ile diş arasındaki adaptasyonu olumsuz yönde etkileyebilmekte ve restorasyon ile diş yüzeyleri arasında negatif basınç oluşturarak ağız içi sıvılarının kenardan sızmasına neden olabilmektedir (Bullard ve ark., 1988; Taylor ve Lynch, 1992; Retief, 1994; Xie ve ark., 2008).

Mikrosızıntıya sebep olan bir diğer durum polimerizasyon büzülmesidir. Rezin esaslı restoratif materyaller polimerizasyonları sırasında monomer yapıdan polimer yapıya dönüşürlerken moleküllerinin birbirine daha yakın hale gelmesi nedeniyle bir büzülme gösterirler. Bu duruma “polimerizasyon büzülmesi” denir (Venhoven ve ark., 1993; Peutzfeldt, 1997). Kompozit rezinler polimerizasyonları sırasında uzunluklarında %0,2–1,9, hacimlerinde %1–4 oranında azalma gösterirler (Davidson ve Feilzer, 1997; Labella ve ark., 1999). Bu büzülme esnasında restoratif materyaller ile diş sert dokuları arasında stres oluşmakta ve restoratif materyaller diş sert dokularından ayrılma eğilimi göstermektedirler. Eğer materyalin adaptasyonu ve adezyonu zayıf ise kavite yüzeyleri ile restoratif materyaller arasında “gap formation” diye isimlendirilen 20-50 µm genişliğinde boşluklar meydana gelebilmektedir (Davidson ve Feilzer, 1997; Hilton, 2002; da Silva ve ark., 2010). Polimerizasyon büzülmesi nedeniyle oluşan bu stres ve boşluklar dişlerde mikro çatlaklara, aşınmalara ve mikrosızıntıya neden olabilmektedir (Sarrett, 2005). İlerleyen dönemlerde dişlerde postoperatif duyarlılığa, kenar renklenmelerine, ikincil çürüklere ve kırıklara sebep olmakta bunların sonucunda da

restorasyonlarda kayıplar görülebilmektedir (Bullard ve ark., 1988; Davidson ve Feilzer, 1997; Mjor, 1997; Abbas ve ark., 2003; Loguercio ve ark., 2004).

Polimerizasyon büzülmesini etkileyen faktörler şu şekilde sınıflandırılabilir:

1-) Kavite geometrisi:

a-) Konfigürasyon faktörü (C faktörü)

b-) Kavite büyüklüğü

2-) Restoratif materyalin kaviteye uygulanma tekniği:

a-) Tabakalama tekniği

b-) Işığın pozisyonu, ışığın şiddeti, ışık uygulama süresi

c-) Bağlayıcıların ve stres absorbe eden kavite taban materyallerinin kullanımı

3-) Restoratif materyalin fiziksel özelliği:

a-) Elastiklik modülü

b-) Boyutsal değişme (büzülme)

4-) Restoratif malzemenin içeriği (Roulet, 1997; Baharav ve ark., 1997; Tarle ve ark., 1998; Unterbrink ve Liebenberg, 1999; Dennison ve ark., 2000; Ölmez ve Tuna, 2002; Öztürk ve ark., 2002; Loguercio ve ark., 2004; Braga ve ark., 2005).

Polimerizasyon büzülmesinde kavite konfigürasyonu önemli rol oynamaktadır (Unterbrink ve Liebenberg, 1999). Konfigürasyon faktörü (C-faktör), bağlanma gösteren yüzey sayısının bağlanma göstermeyen yüzey sayısına oranıdır. Bağlanan yüzeylerin serbest yüzeylere oranı belli bir limiti aşarsa, prejelasyon safhadaki materyalin akıcılığı engellenir ve büzülme stresleri artar yani C-faktör ne kadar az olursa, polimerizasyon büzülmesi de o kadar az olmaktadır (Carvalho ve ark., 1996). En yüksek C faktör değeri 5 ile sınıf I kavitelere aittir (Feilzer ve ark., 1987).

Polimerizasyon büzülmesini kavitenin genişliği ve derinliği de etkilemektedir. Kavite ne kadar dar ve yüzeyel ise başka bir deyişle uygulanan rezin hacmi ne kadar az ise büzülme o kadar az olmaktadır (Baharav ve ark., 1997; Dayangaç, 2000; Bang ve

ark., 2004). Bu sebeple kavite taban maddeleri örneğin cam iyonmer siman kullanımı kavite derinliğini azalttığı için büzülme olumlu yönde etkilemektedir (Carvalho ve ark., 1996).

Polimerizasyon büzülmesini etkileyen bir diğer faktör restoratif materyalin kaviteye uygulanma tekniğidir. Örneğin kompozit dolgu kaviteye kütleli (bulk tekniği) bir şekilde bir kerede yerleştirilirse, hem polimerizasyon büzülmesi daha fazla olabilmekte hem de kavitenin derinliğine yeterince ışık ulaşamayabileceğinden restoratif materyalin polimerizasyonu tam olarak gerçekleşemeyebilir (Baharav ve ark., 1997; Civelek ve Özel, 2004). Yetersiz polimerizasyon, restoratif materyallerin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemekte; restorasyonların renk değişikliklerinde, aşınmalarında, su emilimlerinde ve mikrosızıntı değerlerinde artışa, kırılmaya karşı olan dirençlerinde ve bağlantı değerlerinde azalmalara neden olmaktadır. Bunların sonucunda da restorasyonlarda kayıplar ve pulpal reaksiyonlar görülebilmektedir (Ferracane ve Greener, 1984; Yoon ve ark., 2002; Braga ve Ferracane, 2004). Bu sebeplerden dolayı günümüzde kompozit uygulamalarında tabakalama tekniği kullanılmaktadır. Bu yöntemde rezinler kaviteye küçük parçalar halinde yerleştirilerek her bir parça birbirinden bağımsız olarak polimerize edilir. Restorasyonda kullanılan toplam rezine oranla daha az hacimli olan bu parçaların polimerizasyon büzülmeleri de daha az olur. Büzülme vektörlerini kontrol altında tutmak için önerilen bu yöntemde her bir parçanın büzülmesi sonraki parça tarafından kompanse edilir ve her bir tabaka ayrı ayrı polimerize edildiğinden polimerizasyon tam olarak gerçekleştirilebilir. (Versluis ve ark., 1996; Dayangaç, 2000). Ayrıca polimerizasyonun sağlanması için uygulanan ışık sürelerinin artırılması ve farklı yönlerden; örneğin okluzal yüzeyden uygulanan ışığa ek olarak, vestibül/bukkal ve lingual/palatinal yüzeylerden uygulanan ilave ışık uygulamaları yetersiz polimerizasyonun önlenmesine yardımcı olacaktır (Civelek ve Özel, 2004).

Polimerizasyonları ışık ile başlatılan restoratif materyallerde polimerizasyon ışık kaynağına en yakın yerden başlamakta ve restorasyonda ışık kaynağına bakan yüzeye doğru bir büzülme görülmektedir. Dolayısıyla rezin materyallerin kavite duvarına doğru polimerize olması ile daha iyi bir bağlanma sağlanabilmektedir (Dayangaç, 2000).

Restoratif materyalin içerdiği inorganik partikül miktarı da polimerizasyon büzülmesini etkileyen bir faktördür. Doldurucu partiküller katı oldukları için boyutsal

değişikliğe uğramazken, sıvı formdaki rezin matris jel formdan katı forma geçişi sırasında monomerlerin birbirine bağlanması ve fiziksel değişiklikleri nedeniyle büzülme gösterirler. Bu yüzden yüksek oranda doldurucu partikül içeren rezinlerde daha az polimerizasyon büzülmesi meydana gelir (Aw ve Nicholls, 2001; Ölmez ve Tuna, 2002). Restoratif maddelerin yapısındaki inorganik dolduruculara ek olarak pre-polimerize rezin doldurucuların veya beta-quartz insertlerin ilave edilmesi monomer oranını azaltacağından rezinin ısıl genleşme katsayısını ve polimerizasyon büzülmesini azaltacaktır (Fortin ve Vargas, 2000).

Restoratif materyallerdeki gelişmeler çok hızlı olduğundan bir materyalin uzun dönem klinik başarısı kanıtlanana kadar daha gelişmişleri üretilebilmekte veya materyal tamamen kullanımdan kalkabilmektedir. Bu sebeple her bir materyalin *in vivo* olarak test edilmesi oldukça zordur. Bu yüzden *in vitro* testlerle materyallerin başarılarının değerlendirilmesi kaçınılmazdır.

2.3. Mikrosızıntı Testleri

Restoratif materyallerin başarısında önemli bir kriter olan materyal ile diş dokusu arasındaki mikrosızıntının değerlendirilmesi için pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda mikrosızıntı miktarını tespit etmek amacıyla boya penetrasyon yöntemi, hava basıncı yöntemi, bakteriyel çalışma yöntemi, radyoaktif izotop yöntemi, kimyasal işaretleyiciler yöntemi, termal ve mekanik siklus uygulama yöntemi, nötron aktivasyon analiz yöntemi, elektrokimyasal yöntem, tarama mikroskop analiz yöntemi gibi pek çok farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler arasından boya penetrasyon yöntemi uygulanmasının kolay ve ucuz olması ve de güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir (Taylor ve Lynch, 1992; Tiritoglu, 1993, 1994; Iwami ve ark., 2000; Matharu ve ark., 2001; Türkün ve Ergücü, 2004; Ergücü ve Türkün, 2005).

2.3.1. Boya Penetrasyon Yöntemi

Mikrosızıntı çalışmalarının büyük bir çoğunluğu, diş sert dokusu ile restorasyon ara yüzüne sızan boya miktarını inceleyerek yapılmaktadır (Taylor ve Lynch, 1992; Tiritoglu, 1993; Mjor ve Toffenetti, 2000). Bu yöntemde, kenar sızıntısının tespit edilebilmesi için özel boyalar kullanılmaktadır. Boya penetrasyon yönteminde en çok kullanılan boya solusyonları bazik fuksin (%0,5-2 lik), eritrosin (%2), metilen mavisi

(%0,2-2), anilin mavisi, kristal violet (%0,05) ve gümüş nitrattır (Taylor ve Lynch, 1992; Alani ve Toh, 1997). Diş hekimliği bilimsel çalışmalarında kullanılan boyalar; solüsyon veya farklı boyutlarda parçacık içeren süspansiyonlar şeklindedir. Boyanın yapısındaki parçacıkların çapı yanlış yorumlara sebebiyet vermemesi için dentin kanallarının iç çapından (1-4 µm) daha büyük olmalıdır (Taylor ve Lynch, 1992). Dişlerin boyalar içerisinde bekletilme süreleri kullanılan solüsyonlara göre farklılıklar göstermektedir. Örneğin değerlendirilen materyaller bazik fuksin içerisinde 24-48 saat bekletilirken, gümüş nitrat içerisinde 2 saat, metilen mavisi içerisinde ise 4 saat bekletilmektedir (Türkün ve Ergücü, 2004).

Kullanılan boyaların oral bakterilerin büyüklüğüne uygun olması, toksik olmaması, kimyasal reaksiyona ve radyasyona gerek duyulmaması, görülebilir ışık altında kesin olarak saptanabilmesi, kolay elde edilebilmesi ve ekonomik olması boya penetrasyon yönteminin avantajlarından (Charlton ve Moore, 1992; Arslan ve ark., 2008). Ancak bu yöntemin bazı olumsuz tarafları da mevcuttur. Mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan boyaların renklerini muhafaza etmeleri istense de, bu her zaman mümkün olamamaktadır. Örneğin anilin mavisi, kalsiyum hidroksit gibi ortamı alkalileştiren maddelerin varlığında rengini kaybeder. Bu yöntemde kullanılan boyaların hazırlanışı da önemli bir konudur. Örneğin bazik fuksinin “propil glikol alkol” de çözünmesi ile elde edilen solüsyon çürük dentine bağlanabilme özelliğine sahiptir (Kidd ve ark., 1989). Böyle durumlarda dentinin boyanması hatalı yorumlara neden olabilmektedir (Tiritoğlu, 1994). Ayrıca alınan küçük bir kesitin incelenmesiyle, restorasyonun tümü hakkında bir değerlendirme yapma zorunluluğunun olması bu yöntemin bir başka olumsuz tarafıdır. Çünkü restorasyon kenarları boyunca meydana gelen sızıntı her zaman aynı şekilde ve derinlikte olmamaktadır (Taylor ve Lynch, 1992).

Bu yöntemde çekilmiş dişlere restorasyon yapılır, kök uçları rezin esaslı materyal ile kapatılır, restorasyon dışında kalan tüm diş yüzeyi su geçirmeyen tırnak cilası gibi izolan bir madde ile kapatılır. Kullanılan boya maddesinin cinsine ve hazırlanan yoğunluğuna göre örnekler belirli bir süre bu solüsyonun içerisinde bekletilir. Daha sonra örnekler boyadan çıkartılır ve akan su altında temizlenir. Dişlerden kesit alınarak mikroskop altında incelenir ve boyanın ne kadar sızdığı görsel

olarak tespit edilerek derecelendirilir (Tiritoğlu, 1993; 1994). Bir diğer değerlendirme yöntemi ise dişlerin şeffaflaştırılması yöntemidir. Bu yöntemde belirli bir süre boyada bekletilen dişler boyadan çıkartılıp temizlendikten sonra önce 48 saat %5'lik nitrik asitte bırakılarak dekalsifiye edilir. Bunu takiben 24 saat boyunca %80'lik etil alkolde, ardından 2 saat %90'lık etil alkolde ve son olarak 3 saat %100'lük etil alkolde bırakılarak dehidrate edilir. Bu aşamadan sonra 24 saat metil salisilatta bırakılarak dişler tamamen şeffaf (deminealize) hale getirilir (Robertson ve ark., 1980; Swanson ve Madison, 1987). Sızıntı miktarlarının tespit edilmesi ve değerlendirilmesi için şeffaflaştırılarak boya penetrasyonu görünür hale getirilen örnekler fotoğraflanarak kayıt altına alınır ve sızıntı miktarları değerlendirilir (Tiritoğlu, 1993).

2.3.2. Radyoizotop Yöntemi

Bu yöntem, boya penetrasyon yönteminden sonra en sık kullanılan yöntemdir. Bu amaçla Ca^{45} , I^{131} , S^{35} , Na^{22} , Rb^{86} , C^{14} ve P^{32} izotopları kullanılmaktadır. Radyoizotop yöntemi uygulanan örneklerde, radyoizotopların restorasyon ile diş dokusu arasından geçişi çekilen radyografilerle gösterilir. Bu radyografilerde; izotop seçimi, ışın kaynağı ve emülsiyon maddesi arasındaki mesafe, ışınlama süresinin uzunluğu, filmin ekspoz olma süresinin uzunluğu, ışınlamadan sonra çalkalama ve yıkama gibi etkenler ayrıntıların elde edilebilmesinde önemli rol oynarlar (Charlton ve Moore, 1992).

Mikrosızıntı derecelerinin belirlenmesinde izotop moleküllerinin küçük olması (40 μ m) nedeniyle boya yönteminden daha hassas sonuçlar elde edilebilmektedir (Taylor ve Lynch, 1992). Bu yöntemde örneklerden çekilen radyografilerle kalıcı kayıtların elde edilebilmesi ve saklanabilir olması büyük bir avantajdır (Crim ve ark., 1985). Ancak bu yöntemin tüm aşamaları çok hassasiyet gerektirmekte ve diffüze olan sıvıların kimyasal aktivitesi ve iyonik etkileşimi mikrosızıntı miktarını etkileyebilmekte ve farklı izotopların kullanımı, restorasyonlarda değişik sızıntı dereceleri gösterebilmektedir (Shortall, 1982; Fitchie ve ark., 1990; Mjor ve Toffenetti, 2000).

2.3.3. Basınçlı hava Yöntemi

Bu yöntemde, kök kanalı ve pulpa odası boyunca basınçlı hava verilerek statik bir sistem içinde kaybolan basınç ölçülür. Suyu gömülmüş restorasyon materyalinin kenarından hava kabarcıkları çıkışının mikroskopik olarak gözlenmesi kenar bütünlüğu

hakkında bilgi verir. Basınçlı hava yönteminin diş dokusu üzerine herhangi bir zararlı etkisi yoktur. Fakat bu yöntem ile sızıntının gerçek boyutları hakkında detaylı bilgi edinilemez. Hava basıncı testleri restorasyonun tüm kenarları boyunca sızıntı olduğu fikrini verebilir ancak bu durum klinik durumu tam olarak yansıtmamaktadır (Taylor ve Lynch, 1992; Tiritöğlu, 1993; Mjor ve Toffenetti, 2000).

2.3.4. Kimyasal İşaretleyiciler Yöntemi

Bu yöntemde çoğunlukla iki renksiz bileşen kullanılarak, bunların reaksiyona girmeleriyle opak bir görüntü elde edilmektedir. Her iki kimyasal ajanın da penetre olabilme yeteneğine sahip olmaları gerekir. Yalnızca küçük moleküllu olanların penetrasyonu ile görüntü elde edilmesi ve kenar sızıntısının belirlenmesi olanaksızdır (Taylor ve Lynch, 1992). Bu yöntemde en çok %50'lik gümüş nitrat tuzu kullanılmaktadır (Powis ve ark., 1988). Bu yöntemde örnekler yeni hazırlanmış gümüş nitrat solüsyonun içerisinde karanlık bir ortamda yaklaşık 2 saat bekletilir. Daha sonra solüsyondan çıkarılan dişler Dektrol veya Benen 1.4-diol hidrokinon gibi fotoğraf geliştiricilere yerleştirilerek sızıntı olan bölgelerde opak görüntüler elde edilir (Tiritöğlu, 1994). Bu yöntemde kullanılan malzemelerin radyoaktif olmaması önemli bir avantajdır. Kullanılan her iki kimyasal ajanın da penetre olabilme yeteneğine sahip olması gerekliliği (Shortall, 1982; Taylor ve Lynch, 1992)ve sonuçların subjektif olarak yorumlanması tekniğin dezavantajlarından (Holtan ve ark., 1990). Ayrıca cam iyonomer restorasyonların gümüşü yapısına alarak kendilerinin boyanması, amalgam restorasyonlarda ise gümüş iyonlarının amalgam bileşenleriyle reaksiyona girerek marjinal boşluk boyunca yayılmasının engellenmesi bu yöntemin bir diğer dezavantajlarından (Tiritöğlu, 1993).

2.3.5. Bakteriyel Mikrosızıntı Yöntemi

Bakteriyel sızıntı çalışmaları, labaratuvar koşullarında diş sert dokusu ile restorasyon arasından sızan bakteri toksinleri ve diğer bakteri ürünlerinin incelenmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde çürükle ilişkili mikroorganizmalar kullanıldığından kliniğe daha yakın bir tekniktir (Taylor ve Lynch, 1992; Matharu ve ark., 2001). Bu yöntemde mikrosızıntı sayısal olarak değil, nitel olarak tespit edilir. Bakterilerin, bakteri ürün ve toksinlerinin sızabilmesi için kenar aralığı 0.5-10 µm veya daha fazla olmalıdır. Daha küçük aralıkların belirlenmesi bu yöntemle imkânsızdır.

Fakat bakteriyel yöntemlerle tespit edilemeyecek kadar küçük aralıkların, bakteri ürün ve toksinlerinin geçişine izin vermeyeceği için klinik açıdan pek bir önemi de yoktur. Çalışmada kullanılacak bakteriyi seçerken laboratuvarında çalışmasının kolay olmasına, oral bölgeden izole edilebilmesine dikkat edilmelidir. F. Nukleatum, S. Sanguis, S.Epidermidis ve P. Floresans bu teknikte sıklıkla kullanılan mikroorganizmalardır (Shortall, 1982; Taylor ve Lynch, 1992; Tiritioğlu, 1993; 1994; Matharu ve ark., 2001).

2.3.6. Elektrokimyasal Yöntem

Mikrosızıntı değerlendirilmesinde elektrokimyasal yöntemin kullanılması, diş dokuları için yıkıcı olduğundan klinik koşullarda kullanılamazlar. Bu tekniğin esası; eksternal bir güç kaynağıyla ilişkili, elektrolit içine batırılmış iki metal arasında oluşacak elektrik akımının ölçülmesi prensibine dayanmaktadır (Delivanis ve Chapman, 1982). Elektrolitik ortam olarak fizyolojik salin solüsyonu kullanılır. Akım uygulandıktan sonra elektrokimyasal örnek içinden geçen alternatif akımdaki değişiklikler ölçülerek aradaki boşluk hakkında veri elde edilir (Pradelle-Plasse ve ark., 2004).

Bu yöntem daha çok kök kanalındaki sızıntıların ölçümünde kullanılmaktadır. Çekilmiş diş köküne bir elektrot yerleştirilerek, restorasyon ile iletişim sağlanır. Restore edilen diş elektrolit banyosuna batırılır. Diş ile banyo arasına potansiyel enerji uygulanır ve rezistanstan geçen akım ölçülerek mikrosızıntı değerlendirilir (Taylor ve Lynch, 1992).

Elektrokimyasal analizlerin belirli bir zaman içerisinde, belirli periyotlarda, tekrarlanabilir olması, nicel ölçümlerin yapılabilmesine olanak vermesi ve örneklerle zarar gelmeden ölçüm yapılabilmesi bu yöntemin avantajlarından (Ayyıldız ve ark., 2009).

2.3.7. Taramalı Elektron Mikroskop Analiz Yöntemi

Boyama yönteminde kullanılan boyalardan herhangi birisiyle mikrosızıntının belirlenmesinin ardından, örneklerden alınan kesitlerin SEM’de incelenerek, restorasyon materyaliyle kavite duvarları arasındaki kenar uyumunun değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Diğer sızıntı çalışmalarıyla beraber kullanılarak mevcut verilerin doğrulanması amacıyla kullanılabilir. Yöntemin en önemli dezavantajı;

örneklerden kesit alınması esnasında oluşabilecek boşlukların ölçüm esnasında yanılığa yol açabilmesidir (Shortall, 1982; Taylor ve Lynch, 1992).

2.3.8. Nötron Aktivasyon Analiz Yöntemi

İn-vivo olarak restorasyonun kenarına nonreaktif Manganez (Mn^{55}) tuzları gibi bir kimyasal işaretleyici yerleştirdikten sonra dişler çekilip nükleer reaktörde bombardımana uğratarak reaktif " Mn^{56} "ya dönüştürülerek kenar sızıntısının belirlenmesi yöntemidir (Douglas ve ark., 1980; Gonzalez ve ark., 1997). Fakat bu yöntem mikrosızıntının lokalizasyonu hakkında bilgi vermez. Bu yöntemin pahalı ve karmaşık olması, hassasiyet gerektirmesi ve radyasyon tehlikesi nedeniyle mikrosızıntı çalışmalarında kullanımı pratik değildir (Shortall, 1982).

Bu çalışmanın amacı; radyasyon uygulanmış çekilmiş insan dişlerinde hazırlanan II. sınıf kavitelere uygulanan CİS, rezin modifiye CİS, kompomer, posterior kompozit ve mikrohibrit kompozit restorasyonların mikrosızıntı yönünden incelenmesidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda toplam 150 adet çekilmiş insan molar dişi test örneklerini oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Bu dişlerden 75'i radyasyon uygulanan grubu, diğer 75'i ise kontrol grubunu oluşturmak üzere rastgele seçilmiştir.

Çalışma planlandıktan sonra test örneklerini hazırlamadan önce 26.08.2010 tarihinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Etik Kurulundan onay alınmıştır (Ek-1). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesine başvuran, cerrahi, periodontal, ortodontik ve protetik nedenlerle çekim endikasyonu konulmuş molar dişlere sahip olan ve bu dişlerin çekilmesine engel herhangi bir sistemik rahatsızlığı bulunmayan 18 yaşından büyük hastalar yazılı onamları (Ek-2) alınarak çalışmaya dahil edilmişlerdir. Hastalardan çekilen dişlerin kök ucu oluşumlarının tamamlanmış olmasına, çatlak ve kırık olmamalarına ve çürük içermemelerine dikkat edilmiştir.

Geniş çürük ya da kırıklar nedeniyle aşırı madde kaybı olan dişlere sahip olan hastalar, hamile bayanlar, dişlerin çekilmesine engel teşkil eden sistemik rahatsızlığı bulunan ve yazılı onam alınamayan hastalar ile çekim esnasında hasar görmüş dişler ve kök rezorpsiyonu bulunan dişler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çekim işleminden sonra dişlerin üzerindeki eklemler periodontal aletler yardımıyla uzaklaştırılarak örnekler 37°C'de distile su içeren kaplarda bekletildiler. Her birinde 75'er örnek bulunan 2 gruptan birine radyasyon uygulaması yapıldı. Radyasyonun ideal bir şekilde uygulanabilmesi için örnekler distile su dolu bir kabın içerisine konuldu (Şekil 3.1). Örneklerle Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında Co-60 fotonları (Theratron 780 C, Theratronics; Ontario, Canada) kullanılarak (Şekil 3.2) baş ve boyun bölgesine uygulanan radyoterapinin normal prosedürü olan günde 2 Gy/d haftada 5 gün olmak üzere 6 hafta boyunca toplamda 60 Gy radyasyon uygulandı.



Şekil 3.1: Radyasyon uygulanan örnekler



Şekil 3.2: Theratron 780 C cihazı

Daha sonra tüm dişlere aerotor ile su soğutması altında yeşil kuşaklı elmas rond ve fissür frezler (Şekil 3.3), (grit size: 12, ISO: 806 315 111 534 012) yardımıyla mesialde ve distalde birer adet olmak üzere toplam iki adet II. sınıf kavite açıldı (Şekil 3.4 ve 3.5). Kavitelerin basamak sınırlarının bir tarafta mine sement sınırının 1 mm üzerinde diğer tarafta 1 mm altında olmasına dikkat edildi.



Şekil 3.3: Elmas fissür ve rond frez



Şekil 3.4: Gingival kavite sınırı minede biten bir örnek



Şekil 3.5: Gingival kavite sınırı sementte biten bir örnek

Aynı hekim tarafından hazırlanan tüm kaviteler, CİS (GC Fuji IX GP Capsule, GC Corporation, Tokyo, Japan), RMCİS (GC Fuji II LC Capsule, GC Corporation, Tokyo, Japan), kompomer (Dyract Extra, Densply De Trey, Konstanz, Germany) ve iki farklı mikrohibrit kompozit (Gradia Direct Posterior, GC Corporation, Tokyo, Japan ve Filtek Z250, 3M ESPE; St Paul, MN, USA) ile restore edildi. Böylece, radyasyon uygulanan grup ile kontrol grubu her biri 15'er örnek içermek üzere 5'er alt gruba ayrılmış oldular (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Çalışma grupları

Grup 1.1	Radyasyon + GC Fuji IX GP Capsule
Grup 1.2	Radyasyon + GC Fuji II LC Capsule
Grup 1.3	Radyasyon + Dyract Extra
Grup 1.4	Radyasyon + Gradia Direct Posterior
Grup 1.5	Radyasyon + Filtek Z250
Grup 2.1	GC Fuji IX GP Capsule kontrol grubu
Grup 2.2	GC Fuji II LC Capsule kontrol grubu
Grup 2.3	Dyract Extra kontrol grubu
Grup 2.4	Gradia Direct Posterior kontrol grubu
Grup 2.5	Filtek Z250 kontrol grubu

Çalışmamızda kullanılan restoratif materyallerin ve malzemelerin ürün bilgileri ve içerikleri Tablo 3.2, 3.3, 3.4'de belirtilmiştir.

Tablo 3.2: Kullanılan restoratif materyallerin ürün ve içerik bilgileri

Materyalin ticari adı	Türü	Üretici firma	Üretim numarası	İçeriği
GC Fuji IX GP Capsule	Cam iyonomer siman	GC-Corporation, Tokyo, Japan	1011061	Likit: Su, poliakrilik asit, karboksilik asit Toz: Floro-alumino-silikat cam partikülleri, poliakrilik asit tozu, pigmentler
GC Fuji II LC Capsule	Rezin modifiye cam iyonomer siman	GC-Corporation, Tokyo, Japan	0907108	HEMA, metakrilat, tartarik ve poliakrilikasit, floro-alümino silikat

Tablo 3.2'nin devamı: Kullanılan restoratif materyallerin ürün ve içerik bilgileri

Dyract Extra	Poliastit modifiye kompozit rezin	Dentsply De Trey, Konstanz, Germany	0909001006	Urethane dimetakrilat (UDMA), TCB rezin Stronsiyum ve alüminyum floro-alümino silikat ve stronsiyum florid
Gradia Direct Posterior	Mikrohibrit kompozit	GC-Corporation, Tokyo, Japan	0910162	UDMA, ko-monomer matris Silika, prepolymerise doldurucular, floro-alümino-silikat cam partikülleri
Filtek Z250	Mikrohibrit kompozit	3M ESPE, Dental Products, St. Paul, USA	N170749	Bis-GMA,UDMA, Bis-EMA Zirkonyum, silika partikülleri
Ælite Flo	Akışkan kompozit	Bisco, Itasca, IL, USA	0900009699	Bis-GMA, TEGDMA

Tablo 3.3: Kullanılan malzemelerin ürün ve içerik bilgileri

Materyalin ticari adı	Türü	İçeriği	Üretici firma	Üretim numarası
GC Cavity Conditioner	Asit conditioner	%20 poliakrilik asit, $AlCl_3$, su	GC- Corporation, Tokyo, Japan	0906102
G-Coat Plus	Işıkla sertleşen nano-doldurucu içeren self-adeziv koruyucu rezin	Urethane metakrilat, metilmetakrilat, kmforokinon, silikon dioksit, fosforik ester monomer	GC- Corporation, Tokyo, Japan	0812041
G-BOND™	Hepsi bir arada bağlayıcı	UDMA, 4-MET, TEGMA, aseton, su ve başlatıcılar	GC- Corporation, Tokyo, Japan	0909151
Adper Easy One Self-Etch Bond	Hepsi bir arada bağlayıcı	Metakrilat fosforik esterler, Vitrebond™ kopolimer, Ethanol, Dimetakrilatlar, HEMA ve su	3M ESPE AG, D-82229 Seefeld, Germany	421088
Prime & Bond ®NT	Dentin bağlayıcı	UDMA, Di-trimetakrilat rezin, PENTA, fonksiyonel amorf silika, fotobaşlatıcı, stabilizör, ketilamin, hidroflor, aseton	Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany	0807001227
Astrobrush	Silikon kaplı kıl fırça	Poliamid ve silikon karbid ile kaplı kıl fırça	Ivoclar-Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein	70700246

Tablo 3.4: Kullanılan cihazlar

Cihazın adı	Türü	Üretici firma
Theratron 780 C	Radyasyon cihazı	Theratronics; Ontario, Canada
Linea Tac-200	Kapsül karıştırıcı	Linea TAC s.r.l, Montegrosso d'Asti - ITALY
Hilux Ledmax 550	LED ışık cihazı	Benlioğlu, TÜRKİYE
Salubris Technica	Termal siklüs cihazı	Salubris AŞ. İstanbul, TÜRKİYE
Nikon Stereo Microscope SMS1500	Stereomikroskop	Nikon Corporation Instruments Company, Kanagawa, JAPAN

3.1. Örneklerin Hazırlanması

Hazırlanan Restoratif materyaller üretici firma talimatları doğrultusunda aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

Grup 1.1: Radyasyon (Ra)+ GC Fuji IX ve

Grup 2.1: GC Fuji IX kontrol grubu

Hazırlanan II. sınıf preparasyonlara meba matris (Tofflemire, Jensen JP-1, Almanya) uygulandıktan sonra üretici firma talimatları doğrultusunda 10 saniye boyunca GC Cavity Conditioner (GC Corporation, Tokyo, Japan) uygulama fırçası yardımıyla uygulandı (Şekil 3.6). GC Cavity Conditioner daha sonra su spreyi ile tamamen uzaklaştırıldı. Kavitelem nemli kalacak şekilde hava spreyi ile hafifçe kurutuldu. GC Fuji IX (Şekil 3.7) kapsül karıştırıcı ile (Linea Tac-200, Linea TAC s.r.l, Montegrosso d'Asti-Italy) 10 saniye karıştırıldıktan (+/- 4000 RPM) sonra kavitelere uygulandı (Şekil 3.8).



Şekil 3.6: GC Cavity Conditioner



Şekil 3.7: GC Fuji IX



Şekil 3.8: Kapsül karıştırıcı

İlk düzeltmeler yapıldıktan sonra restorasyonun yüzeylerine üretici firma talimatları doğrultusunda G-Coat Plus (GC Corporation, Tokyo, Japan) uygulanarak (Şekil 3.9) Light-Emitting Diode (LED) ışık kaynağıyla (Hilux Ledmax 550, Benlioğlu, Türkiye) 20 sn polimerize edildi (Şekil 3.10).



Şekil 3.9: G-Coat Plus



Şekil 3.10: LED ışık cihazı

Yaklaşık 6 dakika sonra bitirme ve polisaj işlemleri sarı kuşaklı lobut ve alev uçlu kompozit bitirme frezleri (HR Dia-burs, ISO:257/023) (Şekil 3.11) ve Astrobrush kıl fırça (Ivoclar-Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) yardımı ile yapıldı (Şekil 3.12). Restorasyonların yüzeylerine tekrar G-Coat Plus uygulanarak LED ışık kaynağıyla 20 sn polimerize edildi. Restore edilen örnekler mikrosızıntı tespit işlemlerine kadar içerisinde 37°C distile suda muhafaza edildi.



Şekil 3.11: Alev uçlu ve lobut kompozit bitirme frezleri



Şekil 3.12: Astrobrush kıl fırça seti

Grup 1.2: Ra + GC Fuji II LC ve

Grup 2.2: GC Fuji II LC kontrol grubu

Matris uygulandıktan sonra kavitelere üretici firma talimatları doğrultusunda 10 saniye boyunca GC Cavity Conditioner uygulama fırçası yardımıyla uygulandı. GC Cavity Conditioner daha sonra su spreyi ile yıkanarak tamamen uzaklaştırıldı. Kavitelem nemli kalacak şekilde hava spreyi ile hafifçe kurutuldu. GC Fuji II LC (Şekil 3.13) kapsül karıştırıcı ile 10 saniye karıştırıldıktan (+/- 4000 RPM) her bir tabaka en fazla 2 mm kalınlığında olacak şekilde tabakalama tekniği ile uygulandı. Her bir tabaka LED ışık kaynağıyla 20 saniye polimerize edildi. Bitirme ve polisaj işlemleri su soğutması altında lobut ve alev uçlu kompozit bitirme frezleri ve Astrobrush kıl fırça ile yapıldı. Restorasyonların yüzeylerine üretici firma talimatları doğrultusunda G-Coat Plus uygulandıktan sonra LED ışık kaynağıyla 20 saniye polimerize edildi ve mikrosızıntı tespit işlemlerine kadar 37°C' de distile su içerisinde muhafaza edildi.

Grup 1.3: Ra+ Dyract Extra ve

Grup 2.3: Dyract Extra kontrol grubu

Her iki grupta da örneklere matris uygulamasından sonra üretici firma talimatları doğrultusunda tüm kavite yüzeylerine uygulama fırçası yardımıyla dentin bağlayıcı Prime & Bond[®]NT (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) uygulandı. 20 saniye bekledikten sonra bağlayıcı içeriğindeki solventin uzaklaştırılması için 5 saniye boyunca hava spreyi ile hafifçe kurutuldu. LED ışık kaynağıyla 10 saniye polimerize

edildikten sonra kavitelere Dyract Extra (Şekil 3.14) her bir tabaka kalınlığı 2 mm'yi geçmemek kaydıyla tabakalama tekniğiyle yerleştirildi ve her bir tabaka LED ışık kaynağıyla 10 saniye polimerize edilerek restorasyon tamamlandı. Bitirme ve polisaj işlemleri su soğutması altında lobut ve alev uçlu kompozit bitirme frezleri ve Astrobrush kıl fırça ile yapıldı. Polisaj işlemi tamamlanmış olan örnekler mikrosızıntı tespit işlemlerine kadar 37°C distile suda muhafaza edildi.



Şekil 3.13: Fuji II LC



Şekil 3.14: Dyract Extra

Grup 1.4: Ra + Gradia Direct Posterior ve

Grup 2.4: Gradia Direct Posterior kontrol grubu

G Bond (GC Corporation, Tokyo, Japan) bağlayıcı uygulama fırçası yardımıyla üretici firma talimatları doğrultusunda uygulandı. 10 saniye bekledikten sonra, 5 saniye boyunca kuvvetli bir şekilde hava spreyi uygulandı. LED ışık kaynağıyla 10 saniye polimerize edildi. El aletleri ile Gradia Direct Posterior kompozit (GC Corporation, Tokyo, Japan) her bir tabaka kalınlığı 2 mm'yi geçmeyecek şekilde tabakalama tekniği ile yerleştirildi (Şekil 3.15). Her bir tabaka LED ışık kaynağıyla 20 saniye polimerize edildi. Bitirme ve polisaj işlemleri su soğutması altında lobut ve alev uçlu kompozit bitirme frezleri ve Astrobrush kıl fırça ile yapıldı. Polisaj işlemi tamamlanmış olan örnekler mikrosızıntı tespit işlemlerine kadar 37°C distile suda muhafaza edildi.

Grup 1.5: Ra + Filtek Z250 ve

Grup 2.5: Filtek Z250 kontrol grubu

Kavite yüzeylerine self-etch bond (3M ESPE Adper™ Easy One Bond) (3M ESPE; St Paul, MN, USA) 20 saniye uygulandıktan sonra 5 saniye hafif hava uygulandı ve LED ışık kaynağıyla 10 saniye polimerize edildi. Filtek Z250 (Şekil 3.16) el aletleri yardımıyla tabakalama tekniği ile kaviteye yerleştirildi ve her bir tabaka LED ışık kaynağıyla 20 saniye polimerize edildi. Bitirme ve polisaj işlemleri su soğutması altında lobut ve alev uçlu kompozit bitirme frezleri ve Astrobrush kıl fırça ile yapıldı. Polisaj işlemi tamamlanmış olan örnekler mikrosızıntı tespit işlemlerine kadar 37°C distile suda muhafaza edildi.



Şekil 3.15: Gradia direct posterior ve G-Bond



Şekil 3.16: Filtek Z250 ve 3M Adper Easy One Bond

3.2. Mikrosızıntı Testi

Restorasyon işlemleri tamamlanan örnekler termal siklus cihazına yerleştirilerek (Salubris Technica, Salubris AŞ., İstanbul, Türkiye), 5°C ve 55°C' deki ($\pm 2^\circ\text{C}$) soğuk, sıcak su kaplarında ve iki kap arasında oda sıcaklığında 30 saniye bekleyecek şekilde 500 kez termal siklus işlemi uygulandı (Şekil 3.17). Termal siklus uygulamasından sonra dişlerin kök uçları kompozit rezin Aelite Flo (Bisco, Itasca, IL, USA) ile kapatıldı (Şekil 3.18).



Şekil 3.17: Termal siklus cihazı



Şekil 3.18: Aelite Flo ve %37'lik fosforik asit

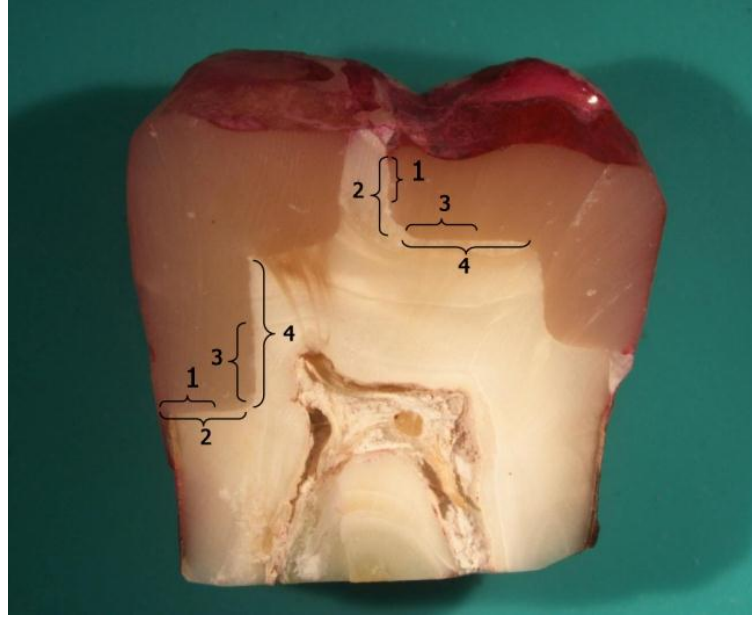
Uygulanan restoratif materyaller ve kavite kenarlarının 1 mm çevresi açıkta kalacak şekilde örneklerin tüm yüzeylerine izolasyon için 2 kat tırnak cilası uygulandı (Şekil 3.19). Bu sayede sızıntı tespitinde kullanılan bazik fuksinin foramen apikaleden ve yan kanallardan pulpa boşluğuna girerek sızıntı skorlarını etkilemesi engellendi. Tırnak cilaları kurutulduktan sonra örnekler %0,5'lik bazik fuksin içerisinde 24 saat oda ısısında bekletildi. Daha sonra örnekler su ile yıkanarak bazik fuksin solüsyonları dış yüzeylerinden uzaklaştırıldı. Örnekler elmas separe ile su soğutması altında mesio-distal yönde kesilerek iki parçaya ayrıldı. Elde edilen kesitlerden stereomikroskop (Leica MS5 Singapore, Singapore) (Şekil 3.20) ile 20 kez büyültmede kayıtlar alınarak tablo 3.5'deki skala (Alavi ve Kianimanesh, 2002) ve şekil 3.21 rehberliğinde farklı bir hekim tarafından incelenerek mikrosızıntı skorları tespit edildi.



Şekil 3.19: İki kat tırnak cilası ile kaplanmış bir örnek



Şekil 3.20: Örneklerin görüntülediği stereomikroskop



Şekil 3.21: Örneklerin mikrosızıntı tespitinde kullanılan skorlar

Tablo 3.5: Boya penetrasyon yönteminde kullanılan skorlar ve açıklamaları

SKORLAR	AÇIKLAMALARI
Skor 0	Hiç boya penetrasyonu yok
Skor 1	Boya penetrasyonu gingival basamağın ya da okluzal duvarın 1/2'sine kadar
Skor 2	Boya penetrasyonu gingival basamağın ya da okluzal duvarın hepsini içerir
Skor 3	Boya penetrasyonu aksiyal duvarın 1/2'sine kadar
Skor 4	Boya penetrasyonu aksiyal duvarın hepsini içerirse

Radyasyon uygulanan dişlerde II. Sınıf restorasyonlara ait mikrosızıntı skorları arasında istatistiksel olarak Kruskal-Wallis H testi ve Mann-Whitney U testi ile SPSS 15.0 for Windows programı ile yapılmıştır.

4. BULGULAR

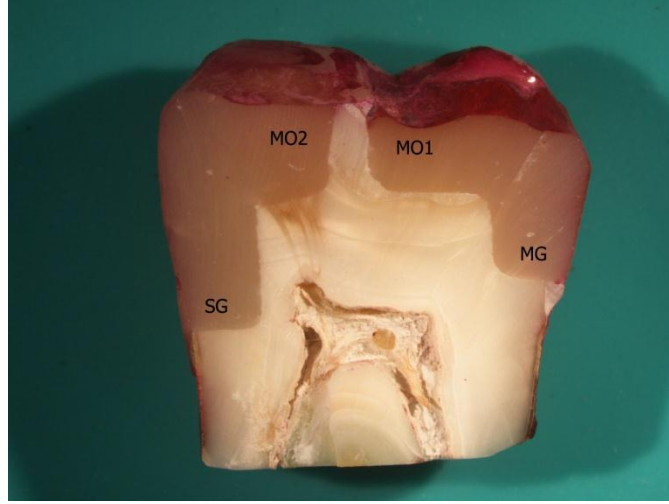
Radyasyon uygulamasının mikrosızıntı skorlarına etkisini incelediğimiz çalışmamızda, radyasyon uygulandıktan sonra restore edilen gruptaki örnekler (Ra+Rest) ile kontrol grubu (Rest) örnekleri arasında %1 oran düzeyinde fark bulunmuştur. Ra+Rest örneklerinde daha fazla mikrosızıntı skorları tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Uygulanan yöntemle göre mikrosızıntı skorlarının istatistiksel değerlendirilmesi

Yöntem	Ortalama rank*	z değeri	p
Ra+Rest	316,07 ^a	-3,131	0,002
Rest	284,93 ^b		

*Farklı harflerle gösterilen gruplar arasındaki farklılık %1 düzeyinde istatistik açıdan önemlidir.

Mikrosızıntı açısından değerlendirilen bölgelerin sayısının 4 olması (Şekil 4.1) sebebiyle istatistiksel değerlendirme Kruskal-Wallis H testi ile yapıldı ve yüzeyler arasında %1 önem düzeyinde fark bulundu. Hangi sızıntı bölgeleri arasında fark olduğunun tespiti için parametrik olmayan testlerden Mann Whitney U testi kullanıldı. Elde edilen sonuçlara göre, en fazla mikrosızıntı sement-gingival bölgesinde görüldü ($z=-2,524$, $p<0,01$). Mine-gingival bölgesi mikrosızıntı açısından sement gingivali takip etmiştir ($z=-5,572$, $p<0,01$). İstatistik analiz sonuçları, mine-oklüzal 1 ile mine-oklüzal 2 arasındaki farkın istatistik açıdan önemli olmadığını göstermiştir ($z=-0,032$, $p>0,01$). En az mikrosızıntı mine-oklüzal 1 ile mine-oklüzal 2 bölgesindedir (Tablo 4.2).



Şekil 4.1: Mikrosızıntı skorlarının değerlendirildiği bölgeler

Mine oklüzal 1 (MO1): Gingival basamağı minede biten kavitenin oklüzal bölgesi.

Mine oklüzal 2 (MO2): Gingival basamağı sementte sonlanan kavitenin oklüzal bölgesi.

Mine gingival (MG): Gingival basamağı minede biten kavitenin gingival bölgesi.

Sement gingival (SG): Gingival basamağı sementte sonlanan kavitenin gingival bölgesi.

Tablo 4.2: İncelenen mikrosızıntı bölgelerinin birbirleriyle karşılaştırılması

Mikrosızıntı bölgesi	Ortalama rank*	Sıralama
Mine oklüzal 1	254,05 ^c	1
Mine gingival	327,17 ^b	3
Mine oklüzal 2	255,01 ^c	2
Sement gingival	365,77 ^a	4

* $\chi^2=93.06$, $p<0.01$

*Farklı harflerle gösterilen gruplar arasında sızıntı skorları %1 düzeyinde istatistik açıdan farklıdır.

Radyasyon uygulanmayan grupta restoratif materyaller arasında mikrosızıntı skorları arasında fark bulunmazken ($p>0,05$) (Tablo 4.3), Ra+Rest grubunda Gradia Direct Posterior kompozit grubu diğer restoratif materyallerden daha düşük mikrosızıntı skorları sergilemiştir ($p<0,05$). Ra+Rest grubundaki Fuji IX, Fuji II LC, Dyract Extra ve Filtek Z250 restoratif materyallerinin mikrosızıntı skorları arasındaki farklılık istatistik açıdan anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$), (Tablo 4.4).

Tablo 4.3: Radyasyon uygulanmayan gruptaki restoratif materyallerin istatistiksel değerlendirilmesi

Restoratif materyal	Ortalama rank*	Sıralama
Fuji IX	145,12 ^a	2
Fuji II LC	162,51 ^a	5
Dyract Extra	150,62 ^a	3
Gradia Direct Posterior	139,99 ^a	1
Filtek Z250	154,27 ^a	4

* $\chi^2=6,047$, $p=0,196>0,01$

* Aynı harflerle işaretlenmiş gruplar arasındaki farklılık %1 oran düzeyinde istatistik açıdan önemsizdir.

Tablo 4.4: Ra+Rest grubundaki restoratif materyallerin istatistiksel değerlendirilmesi

Restoratif materyal	Ortalama rank*	Sıralama
Fuji IX	159,03 ^b	4
Fuji II LC	156,03 ^b	3
Dyract Extra	154,20 ^b	2
Gradia Direct Posterior	117,87 ^a	1
Filtek Z250	164,78 ^b	5

* $\chi^2=19,09$, $p=0,001<0,01$

* Farklı harflerle işaretlenmiş gruplar arasında farklılık %1 oran düzeyinde istatistik açıdan önemlidir.

Radyasyonun restoratif materyallerin mikrosızıntı skorlarına etkisi incelendiğinde, Ra+Fuji IX ve Ra+Filtek Z250 grupları kontrol gruplarından daha yüksek mikrosızıntı skorları sergilemişlerdir ($p<0,05$). Ancak diğer gruplar için de gözlenen bu durum istatistik açıdan fark oluşturmamıştır ($p>0,05$), (Tablo 4.5), (Şekil 4.2, 4.3).



Şekil 4.2: Ra+ Fuji IX grubunda mikrosızıntı tespit edilen bir örnek (x20 büyütme)



Şekil 4.3: Ra+ Filtek Z250 kompozit grubunda mikrosızıntı tespit edilen bir örnek (x20 büyütme)

Tablo 4.5: Radyasyon uygulamasının restoratif materyallerin mikrosızıntı skorlarına etkisinin istatistiksel analizi

Restoratif materyal	Yöntem	Ortalama rank*	z değeri	p
Fuji IX	Ra+Rest	65,93 ^a	-2,453	0,014
	Rest	55,07 ^b		
Fuji II LC	Ra+Rest	62,66 ^c	-0,866	0,387
	Rest	58,34 ^c		
Dyract Extra	Ra+Rest	64,09 ^d	-1,596	0,111
	Rest	56,91 ^d		
Gradia Direct Posterior	Ra+Rest	61,98 ^e	-1,150	0,250
	Rest	59,02 ^e		
Filtek Z250	Ra+Rest	66,30 ^f	-2,333	0,020
	Rest	54,70 ^g		

*Farklı harflerle işaretlenmiş gruplar arasında farklılık %5 oran düzeyinde istatistik açıdan önemlidir.

Mikrosızıntı skorlarının değerlendirildiği bölgelerde radyasyonun restoratif materyallere etkisi incelendiğinde; mine-oklüzal 1 bölgesinde Filtek Z250'nin Ra+Rest grubundaki mikrosızıntı skorları Rest grubundan daha yüksektir ($z=-2,108$, $p<0,05$), (Tablo 4.6).

Tablo 4.6: Filtek Z250 kompozit'in mine-oklüzal 1 bölgedeki mikrosızıntı skorlarının radyasyon uygulanmasına göre istatistiksel değerlendirilmesi

Restoratif materyal	Mikrosızıntı bölgesi	Yöntem	Ortalama rank*	z değeri	p
Filtek Z250	Mine- oklüzal 1	Ra+Rest	17,50	-2,108	0,035
		Rest	13,50		

Mine-gingival bölgede Fuji IX'un Ra+Rest grubundaki mikrosızıntı skorları Rest grubundan daha yüksek bulunmuştur ($z=-2,271$, $p<0,05$), (Tablo 4.7).

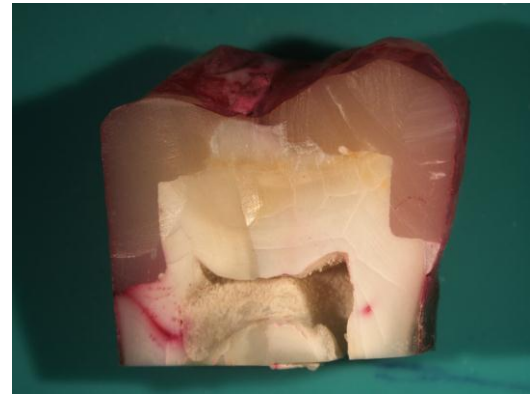
Tablo 4.7: Fuji IX'un mine-gingival bölgedeki sızıntı skorlarının radyasyon uygulanmasına göre istatistiksel değerlendirilmesi

Restoratif materyal	Mikrosızıntı bölgesi	Yöntem	Ortalama rank*	z değeri	p
Fuji IX	Mine-gingival	Ra+Rest	18,20	-2,271	0,023
		Rest	12,80		

Mine-gingival bölgede Dyract Extra grubunda Ra+Rest grubu ile Rest grubu arasında istatistik açıdan fark bulunmuştur ($z=-2,630$, $p<0,05$). Radyasyon uygulanan gruptaki mikrosızıntı kontrol grubundan fazladır (Tablo 4.8), (Şekil 4.4 ve 4.5).



Şekil 4.4: Ra+Dyract Extra grubunda mikrosızıntı tespit edilen bir örnek (x20)



Şekil 4.5: Dyract Extra Rest grubunda mikrosızıntı tespit edilen bir örnek (x20)

Tablo 4.8: Dyract Extra'nın mine-gingival bölgedeki mikrosızıntı skorlarının radyasyon uygulanmasına göre istatistiksel değerlendirilmesi

Restoratif materyal	Mikrosızıntı bölgesi	Yöntem	Ortalama rank*	z değeri	p
Dyract Extra	Mine-gingival	Ra+Rest	19,03	-2,630	0,009
		Rest	11,97		

Sement-gingival bölgesinde Fuji IX Ra+Rest grubu ile Rest grubu arasında istatistik açıdan fark bulunmuştur ($z=-2,113$, $p<0,05$). Radyasyon uygulanan gruptaki mikrosızıntı kontrol grubundan fazladır (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Fuji IX'un sement-gingival bölgedeki mikrosızıntı skorlarının radyasyon uygulanmasına göre istatistiksel değerlendirilmesi

Restoratif materyal	Mikrosızıntı bölgesi	Yöntem	Ortalama rank*	z değeri	p
Fuji IX	Sement-gingival	Ra+Rest	18,70	-2,113	0,035
		Rest	12,30		

Mikrosızıntı skorlarının değerlendirildiği bölgelerde, radyasyon uygulanmasının diğer restoratif materyallerde mikrosızıntı açısından istatistiksel bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Radyasyon uygulaması sadece Fuji IX'un mine-gingival ve sement-gingival bölgesinde, Dyract Extra'nın mine-gingival bölgesinde ve Filtek Z250'nin mine-oklüzal bölgesinde sızıntı skorlarında istatistik açıdan farka neden olmuştur.

Rest grubundaki restoratif materyalleri mikrosızıntı bölgelerine göre istatistiksel olarak karşılaştırıldığında mine-oklüzal 1, mine-oklüzal 2 ve sement-gingival bölgelerinde, uygulanan restoratif materyaller arasında bir fark yoktur ($p>0,05$). Ancak mine-gingival bölgede Fuji II LC ve Filtek Z250 restorasyonlarında daha fazla mikrosızıntı tespit edilmiştir ($p<0,05$), (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Rest grubundaki restoratif materyallerin mikrosızıntı bölgelerine göre karşılaştırılması

Yöntem	Mikrosızıntı bölgesi	Restoratif materyal	Ortalama rank*	Sıralama	χ^2	p
Rest grubu	Mine-oklüzal1	Fuji IX	37,50 ^a	1	4,00	0,406
		Fuji II LC	37,50 ^a	1		
		Dyract Extra	40,00 ^a	2		
		Gradia Direct Posterior	37,50 ^a	1		
		Filtek Z250	37,50 ^a	1		
	Mine-oklüzal2	Fuji IX	37,00 ^a	1	3,041	0,551
		Fuji II LC	39,47 ^a	3		
		Dyract Extra	37,00 ^a	1		
		Gradia Direct Posterior	39,53 ^a	2		
		Filtek Z250	37,00 ^a	1		

Tablo 4.10'un devamı: Rest grubundaki restoratif materyallerin mikrosızıntı bölgelerine göre karşılaştırılması

Rest grubu	Sement-gingival	Fuji IX	39,57 ^a	3	4,338	0,362
		Fuji II LC	42,50 ^a	5		
		Dyract Extra	41,33 ^a	4		
		Gradia Direct Posterior	30,10 ^a	1		
		Filtek Z250	36,50 ^a	2		
	Mine-gingival	Fuji IX	31,80 ^b	1	9,912	0,042
		Fuji II LC	45,63 ^a	4		
		Dyract Extra	34,10 ^b	2		
		Gradia Direct Posterior	34,10 ^b	2		
		Filtek Z250	44,37 ^a	3		

*Farklı harflerle gösterilen gruplar arasındaki farklılık %1 düzeyinde istatistik açıdan önemlidir.

Ra+Rest grubundaki restoratif materyaller mikrosızıntı bölgelerine göre değerlendirildiğinde, mine-okluzal 1 ve mine-okluzal 2 bölgelerinde Fuji II LC ve Filtek Z250'de istatistik olarak daha fazla mikrosızıntı tespit edilmiştir ($\chi^2= 11,772$, $p<0,05$), (Tablo 4.11), (Şekil 4.6).

Mine-gingival ve sement-gingival bölgesinde en az mikrosızıntı Gradia Direct Posterior kompozitte tespit edilmiştir ($\chi^2=12,933$ ve $\chi^2=11,629$, $p<0,05$). Diğer dört restoratif materyal grubu arasında istatistik açıdan fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.11), (Şekil 4.7) .



Şekil 4.6: Ra+ Fuji II LC grubunda mikrosızıntı tespit edilen bir örnek (x20)



Şekil 4.7: Ra+ Gradia Direct Posterior kompozit grubunda mikrosızıntı tespit edilen bir örnek (x20)

Tablo 4.11: Radyasyon uygulanan gruptaki restoratif materyallerin mikrosızıntı bölgelerine göre istatistiksel karşılaştırılması

Yöntem	Mikrosızıntı bölgesi	Restoratif materyal	Ortalama rank*	Sıralama	χ^2	p
Ra+Rest	Mine-oklüzal1	Fuji IX	34,50 ^b	1	11,772	0,019
		Fuji II LC	42,03 ^a	2		
		Dyract Extra	34,50 ^b	1		
		Gradia Direct Posterior	34,50 ^b	1		
		Filtek Z250	44,47 ^a	3		
	Mine-oklüzal2	Fuji IX	35,00 ^b	1	9,649	0,047
		Fuji II LC	42,30 ^a	2		
		Dyract Extra	35,00 ^b	1		
		Gradia Direct Posterior	35,00 ^b	1		
		Filtek Z250	42,70 ^a	3		
	Sement-gingival	Fuji IX	50,47 ^a	5	11,629	0,02
		Fuji II LC	37,83 ^a	3		
		Dyract Extra	39,03 ^a	4		
		Gradia Direct Posterior	25,77 ^b	1		
		Filtek Z250	36,90 ^a	2		
	Mine-gingival	Fuji IX	41,33 ^a	3	12,933	0,012
		Fuji II LC	35,87 ^a	2		
		Dyract Extra	46,87 ^a	5		
		Gradia Direct Posterior	24,00 ^b	1		
		Filtek Z250	41,93 ^a	4		

*Farklı harflerle gösterilen gruplar arasındaki farklılık %1 düzeyinde istatistik açıdan önemlidir.

5. TARTIŞMA

Günümüz toplumlarının önemli sağlık sorunları arasında bulunan kanser modern zamanlara has olmayıp, yüzyıllardır var olan bir hastalıktır. Uygarlıktaki ilerlemeler ile buna eşlik eden yaşam süresindeki ve dünya nüfusundaki artış kanserin çok yaygın bir hastalık olmasına katkıda bulunmaktadır. Ayrıca kanserlerin teşhis ve tedavilerinde birçok gelişmeler kaydedilmesine rağmen sigara ve alkol tüketimi, çevre kirliliği ve radyasyona maruz kalma gibi kansorejenlerdeki artış kanser vakalarının artmasına neden olmaktadır. Bu sebepler yüzünden kanser yüzyılın başında ölüme neden olan hastalıklar sıralamasında 7., 8. sıralarda iken özellikle son 30 yılda gösterdiği artışla son yıllarda birçok ülkede kardiyovasküler hastalıklardan sonra ikinci sırada gelmektedir. (Hecker ve ark., 2002; Boyle ve Levin, 2008).

Gelişen teknolojik ilerlemelerle birlikte günümüzde pek çok değişik kanser türü teşhis ve tedavi edilmektedir. Diş hekimliği açısından öneme sahip olan baş-boyun bölgesi kanserleri tüm vücut kanserlerinin %6-9'unu oluşturmakta olup bunların tedavisinde sıklıkla radyoterapi kullanılmaktadır. Uygulanan bu radyasyon tedavisi kanserli hücreleri yok ederken bir takım yan etkilere de neden olmaktadır. Bu etkilerden biri de tedavi sonrası görülen yaygın diş çürükleridir (Shibuya ve ark., 2002; Springer ve ark., 2005).

Radyoterapi sonrasında görülen diş çürükleri radyasyonun direkt ve indirekt etkilerinin nedeniyle gelişmektedir (Silva ve ark., 2009). Radyasyonun etkisi ile tükürük akışında, pH, bikarbonat konsantrasyonu ve IgA miktarında azalma, viskozitesinde ve ağız ortamında bulunan mikroorganizmalarda artış meydana gelmektedir. Bunlara ek olarak yetersiz ağız bakımı ve radyasyonun diş yapılarına verdiği zararlı etkiler nedeniyle dişlerde hızlı bir şekilde çürüklerin gelişmesine neden olabilmektedir (al-Nawas ve ark., 2000; Kielbassa, 2000a; Hu ve ark., 2005; Büyükköprü ve Dural, 2008; Silva ve ark. 2009).

Pulpa dişin odontoblastik aktivitesinde ve su miktarının dengesinde önemli rol oynamaktadır. Radyoterapinin bir yan etkisi olarak ortaya çıkan hipovaskülarizasyonun pulpadaki kan dolaşımını etkilediği ve pulpanın hasar görmesiyle de dişin kırılabilirliğinde artış meydana geldiği iddia edilmektedir. Odontoblastik aktivitenin zarar

görmesi, dentin tübüllerinde bozulmalara, dişlerin mineralizasyonlarında ve yeni dentin yapımında aksaklıklara neden olabilmekte, bu durumda çürüklerin hızlı bir şekilde ilerlemesine sebebiyet verebilmektedir (Grotz ve ark., 1997; 1998; al-Nawas ve ark., 2000; Springer ve ark., 2005; Kielbassa ve ark., 2006). Ayrıca uygulanan direkt radyasyon, dişlerin yapısında bulunan oktakalsiyum fosfat ve apatit yapılarında fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olmakta ve kollejenlerin peptid zincirlerinde hasarlara sebebiyet vererek dişlerin sertlik, elastiklik ve bağlantı değerlerinde ciddi azalmalara neden olduğu bildirilmiştir (Kielbassa ve ark., 1997; Franzel ve ark., 2006). Ancak bununla beraber radyasyonun dişlerin üzerine direkt etkisi hakkında literatürde bir fikir birliği yoktur.

Kielbassa (2000a) *in vitro* ortamda aynı fırçalama tekniklerinin uygulandığı dişlerde radyasyonun mineral kaybı açısından herhangi bir etkisinin olmadığını ancak fırçalama yapılmayan örneklerde radyasyon uygulanmayan örneklere oranla demineralizasyonun daha fazla görüldüğü bildirmiştir. Aynı araştırmacı radyasyonun başlangıç demineralizasyonunda ve çürüğe karşı duyarlılıkta herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Silva ve ark. (2009) radyoterapi görmüş hastalardan çekilen restorasyonlu 50 dişi polarize ışık mikroskobu ve SEM ile incelediklerinde dolguların etrafında yaygın bir şekilde çürük tespit ettiklerini ancak histolojik açıdan normal çürük tabakaları ile aralarında bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar radyoterapi gören hastalarda servikal ve insizal bölgelerde yaygın bir şekilde görülen ve genelde klinikte göz ardı edilen kahverengi renk değişikliklerinin başlangıç çürükleri olduğunu bildirmişlerdir (Silva ve ark., 2009).

Zach, (1976) radyasyonun dişlerin kalsiyum-fosfor oranlarında veya kristal yapılarında herhangi bir değişikliğe neden olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde White ve ark'da (1994) radyasyonun dentinin yapısında ve geçirgenliğinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir.

Bununla beraber; Pioch ve ark. (1992) radyasyonun dişin mine-dentin birleşim bölgesinde morfolojik değişikliklere neden olduğunu, bu değişikliklerin mine-dentin bölgesinin dayanıklılığını azalttığını ve çözünürlüğünü arttırdığını bildirmişlerdir. Mine

dentin bağlantı noktasının zayıflaması dişlerde kırıkların oluşmasına ve mikroorganizmaların buralarda çoğalarak diş çürüklerinin hızla ilerlemesine neden olduğunu belirtmektedirler.

Soares ve ark. (2010) bağlantı çalışmalarında radyasyon uygulanan grupta, radyasyonun dişlerin yapısında bulunan organik komponentleri ve tübül yapılarını etkilemesi nedeniyle düzensiz kopmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Jervoe (1970), Kielbassa ve ark. (1997), Springer ve ark. (2005) ve Franzel ve ark (2006)'da uygulanan radyasyonun dişlerin fiziksel, kimyasal ve histolojik yapılarında bir takım zararlı etkilere neden olduğunu bildirmektedirler.

Literatürde radyasyonun diş dokuları üzerindeki etkileri hakkında bu farklılıklar yüksek çürük risk grubunda bulunan bu hasta grubuna uygulanacak restoratif materyal seçimini daha da önemli hale getirmektedir. Radyasyonun zararlı etkilerinin restoratif materyallerin mikrosızıntı skorlarına etkisinin tespiti ve bu hasta gruplarında kullanılabilir ideal restoratif materyallerin belirlenmesi amacıyla bir gruba radyasyon uygulaması yaparken kontrol grubuna herhangi bir uygulama yapmadık.

Sonuç olarak; radyasyonun diş üzerindeki direkt etkileri yüzünden ya da tükürük akışı, içeriğinin değişmesi ve bunun gibi diğer indirekt etkileri yüzünden radyoterapi gören hastalarda çürük riski ve aktivitesi normal bireylere göre oldukça artmaktadır. Bu nedenle bu yüksek çürük riskli hasta grubu için seçilecek ideal restoratif materyal ve teknik önem kazanmaktadır.

Radyoterapi gören hastalarda özellikle servikal bölgelerde yaygın çürüklerin görülmesi nedeniyle preperasyonların kavite sınırları çoğunlukla mine dentin sınırının altına kadar uzanabilmektedir. Kavite hudutları dentinde sonlanan restorasyonlarda minede sonlananlara göre bağlantı açısından dentinin yapısından kaynaklanan bir takım problemlerin olduğu bilinmektedir. Ayrıca uygulanan radyasyonun mine ve dentini farklı derecelerde etkilediği belirtilmektedir (Kielbassa ve ark., 2000b). Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda kavite preperasyonları test örneklerinin arayüz bölgelerinde mine ve sement kısmında sonlanacak şekilde hazırlanmıştır.

Radyoterapi gören hastalar için restoratif materyal seçenekleri hakkında çeşitli alternatifler mevcuttur. Adeziv özellikleri, flor salımı yapmaları nedeniyle

antikaryojenik etki göstermeleri, termal genleşme ve büzülmelerinin dentininkine yakın olması sebebiyle CİS'lar bu grup hastalarda sıklıkla kullanılmaktadırlar (Roulet, 1997; Ruse, 1999; Hu ve ark., 2002).

Haveman ve ark (2003) radyoterapi görmüş hastalarda iki farklı CİS ve amalgam'dan oluşan 111 restorasyonun iki yıl sonunda CİS'larda önemli ölçüde daha az ikincil çürük tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Hu ve ark. (2002) baş ve boyun bölgesinden radyoterapi görmüş 15 hastada 93 dişi Ketac Molar ve Fuji IX ile restore etmişler ve 2 yılın sonunda Fuji IX'un klinik olarak daha başarılı olduğunu ve ikincil çürük izlenmediğini bildirmişlerdir.

Ancak CİS'lar sertlik ve gerilme kuvvetlerine karşı dirençlerinin düşük oluşları nedeniyle kırılma özelliği göstermektedirler. Bu sebeple kavitelere ince bir şekilde yerleştirilmemeleri gerekmektedir. Ayrıca sertleşirken neme karşı, sertleştikten sonrada dehidratasyona karşı duyarlı oluşları bu materyallerin kullanımını kısıtlamaktadır (Watson, 1990; Sidhu ve Watson, 1994; Ruse, 1999; Haveman ve ark., 2003).

RMCİS'lar CİS'lar gibi florid salımı yapmakta ve diş dokularına kimyasal olarak bağlanabilmektedirler. CİS'lara göre fiziksel, mekanik, estetik özellikleri ve neme karşı duyarlılıkları daha üstündür. Florid salınımları CİS'lara benzerdir. Işık ile polimerize olmaları, bitirme ve polisaj işlemlerinin hemen yapılabilmesini sağlamaktadır (Brackett ve ark., 1998; McCabe, 1998; Geerts ve ark., 2010).

Gladys ve ark. (1998) bir geleneksel CİS (HIFI Master Palette), 3 farklı RMCİS (Fuji II LC, Vitremer, 3M Exp. 155) ve bir kompomerin (Dyract) 18 ay sonucunda marjinal uyum açısından en iyi sonucu Fuji II LC'nin gösterdiğini bildirmişlerdir.

Maneenut ve Tyas (1995) iki RMCİS'nin (Fuji II LC ve Vitremer) 1 yılsonunda %100 başarı gösterdiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Abdalla ve Alhadainy'de (1997) Fuji II LC, Vitremer ve Dyract restorasyonlarda 2 yılsonunda hiçbir kayıp olmadığını bildirmişlerdir.

Diş hekimliği pratiğinde bir diğer restoratif materyal seçeneği olan kompomelerin yüzey pürüzlüğü, sertlikleri, partikül dağılımı, elastikiyet modülü ve kırılma dayanımı gibi fiziksel özelliklerinin CİS'lardan daha üstün olduğunu

bildirilmektedir (Gladys ve ark., 1997; Brackett ve ark., 1998; Nicholson, 2007). Ayrıca karıştırma gerektirmemesi ve ışıkla polimerize olmaları önemli bir avantajdır. Bunların yanında CİS ve RMCİS gibi içeriğinde florid bulunması dişleri çürüklere karşı korumada yardımcı olmaktadır. Fakat kompomerlerin florid salma özellikleri CİS ve RMCİS'lar kadar değildir.

Qvist ve ark. (2004) çocuklarda 1565 adet sınıf II kaviteye uyguladıkları 3 farklı RMCİS (Fuji II LC, Photac Fil, Vitremer) ve 1 adet kompomer (Dyract) restoratif materyalinin 7 yıllık takibi sonucunda sınıf II kavitelere RMCİS ve kompomerlerin kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Pascon ve ark. (2006) iki çeşit kompomer (Dyract AP, F2000) ve bir kompozit (Heliomer) ile yapılan restorasyonların 24 ay sonunda, kompomer ile yapılan restorasyonlarda daha iyi sonuçlar elde edildiğini ancak aralarında istatistiksel bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Welbury ve ark. (2000) 56 kaviteye uyguladıkları kompomer ve CİS'ların 42 ay sonunda kompomerin diğer materyallere oranla daha başarılı sonuçlar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Türkün ve ark. (2003; 2005) sınıf I ve sınıf II kavitelere uyguladıkları kompozit restoratif materyallerin ortalama 3 yıllık sonuçlarına göre posterior bölgede kompozit restoratif materyallerin klinikte başarılı bir şekilde kullanılabilirliğini bildirmişlerdir.

Palaniappan ve ark. (2010) mikrohibrit kompozit olan Gradia Direct Posterior, nanohibrit kompozit olan Tetric EvoCeram ve hibrit kompozit olan Tetric Ceram restorasyonların 3 yılsonunda Gradia Direct Posterior ile Tetric Evoceram'ın daha iyi sonuçlar verdiğini, ancak her üç materyalinde posterior bölgede kullanılabilirliğini belirtmişlerdir.

Radyoterapi nedeniyle ağız açıklığının kısıtlı olması ve lezyonların genelde tüm diş yüzeylerini sarması radyasyon çürüklerinin preperasyonunu ve restorasyonunu güçleştirmektedir. Hazırlanan bu kavitelere tutuculuğunun sağlanması da problemlidir. Amalgamın bu tür kavitelere tutuculuğunun güç olması ve klinikte kullanımlarının giderek azalması nedeniyle (Pascon ve ark., 2006; Karaarslan ve ark., 2010) çalışmamıza amalgamı dâhil etmedik.

Çalışmamızda kullanılan restoratif materyallerden CİS, RMCİS ve kompomerler diş yapılarına kimyasal olarak bağlandığı, kaviteye uygulanması kolay olduğu ve flor

açığa çıkararak ikincil çürüklerin engellenmesine yardımcı olduklarından dolayı, kompozit rezin olan Filtek Z250 ve Gradia Direct Posterior'da üstün fiziksel ve estetik özelliklere sahip olmalarından ve de günümüz klinik uygulamalarında sıklıkla kullanılan restoratif materyaller oldukları için tercih edilmişlerdir.

CİS ve RMCİS restorasyonlarda zayıf polialkenoik asit conditioner uygulanması dentini demineralize ederek kolajen fibrilleri açığa çıkarmakta ve interfibriller bölgede retansiyon alanlarının oluşmasını sağlamaktadır. Özellikle RMCİS'ların bu retansiyon alanlarına bağlanmasıyla hibrit tabaka oluşmakta ve bağlantı kuvvetleri artmaktadır (McCabe, 1998; Tanumiharja ve ark., 2000; Inoue ve ark., 2001; Qvist ve ark., 2004; Geerts ve ark., 2010). Ayrıca üretici firmanın da bu prosedürü tavsiye etmesi nedeniyle Fuji IX ve Fuji II LC uygulanan örneklerde kavitelere conditioner uygulaması yapılmıştır.

Kaviteye yerleştirilen CİS ve RMCİS'ların yüzeylerinin asit içermeyen, ışıkla polimerize olan rezin adeziv ile kaplandığında yüzey bütünlüğünün daha iyi korunduğu, renklenmenin ve marjinal sızıntının azaldığı bildirilmektedir (Chuang ve ark., 2001; Kanca ve Greitzer, 2009). Bu sebeple Fuji IX ve Fuji II LC restorasyonlara bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra üretici firma talimatları doğrultusunda yüzey koruyucu olarak G-Coat Plus uygulanmıştır.

Adeziv sistemler ve uygulama aşamaları kompozit restorasyonların başarısını etkilemekle birlikte teknik hassasiyet gerektirirler. Total-etch/ wet-bonding sistemleriyle, dentine aşırı miktarda asit uygulandığında demineralize dentindeki kolajen liflerin arasına adeziv rezin tamamen penetre olamamaktadır. Ayrıca dentinin asit işleminden sonra aşırı kurutulması kolajenlerin büzülmesine ve dentin bağlayıcının yeterince penetrasyonuna engel olmaktadır. Resin ile diş dokuları arasında yeterli bağlantı oluşmadığında da materyalin polimerizasyonu esnasında kopmalar meydana gelebilmekte ve bu durumda sızıntıyı arttırmaktadır (Tay ve ark., 1996). Bu hataları engellemenin bir yolu self-etch adeziv sistemlerin kullanılmasıdır. Bu sistemlerle, smear tabakası ile kaplı dentin dokusuna asidik rezinler infiltre edilerek dentine asit ve primer uygulanması aynı anda gerçekleştirilmektedir. Böylece asit uygulandıktan sonra diş yüzeyinin yıkanması ve kurutulması aşamaları ve rezinin demineralize dentin içine tam olarak infiltre olamama riski ortadan kalkmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda Gradia

Direct Posterior kompozitle beraber altında dentin bağlayıcı olarak tek aşamalı kendinden asitli GBond, Filtek Z250 kompozit ile de 3M Adper Easy One Bond kullanılmıştır.

Rezin materyallerde günümüze kadar pek çok gelişme sağlanmasına rağmen polimerizasyon büzülmesi hala önemli bir problemdir. Polimerizasyon büzülmesi diş ile restorasyon birleşim yerinde streslere neden olmakta ve bu durumda restorasyon ile diş yapıları arasında boşlukların oluşmasına, kenar bozulmalarına, koheziv kopmalara, mikrosızıntıya, postoperatif hassasiyete ve ikincil çürüklere neden olabilmektedir (Dewaele ve ark., 2006; Geerts ve ark., 2010).

Rezin materyallerin başarısını olumsuz yönde etkileyen bir konuda yetersiz polimerizasyondur. Restoratif materyalin rengi, kavitenin derinliği, rezin materyalin kaviteye yerleştirme tekniği, ışık kaynağını ile materyal arasındaki mesafe, uygulanan ışık süresi, ışık kaynağının tipi, ışığın yoğunluğu ve fiber optiğin çapı gibi birçok faktör polimerizasyon derecesini etkilemektedir. Rezin restoratif materyallerdeki yetersiz polimerizasyon sonucu, materyalin sitotoksitesi artmakta, sertliği azalmakta, elastiklik modülü düşmekte, aşınmaya karşı direnci azalmakta, restorasyonlarda kırılmalar ortaya çıkabilmekte ve gelişen mikrosızıntı nedeniyle restoratif materyallerin kenarlarında renklemeler ve ikincil çürükler gelişebilmektedir. Ayrıca yetersiz polimerizasyon sonucunda ortaya çıkan artık monomerler postoperatif hassasiyete ve ilerleyen dönemlerde pulpa nekrozuna neden olduğu bildirilmektedir (Çoğulu ve ark., 2007). Bu problemlerin giderilmesi amacıyla restoratif materyallerin kaviteye yerleştirilirken tabakalama tekniğinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Literatür incelendiğinde Cheung (1990) ve Retief (1994) tabakalama tekniği ile yerleştirilen restorasyonlarda daha az mikrosızıntı tespit edildiğini belirtmişlerdir. Figueiredo ve ark'da (2003) kompozitlerin kaviteye tabakalama tekniği ile uygulanmasının bulk yöntemine göre daha yüksek bağlantı değerleri elde edilmesini sağladığını belirtmişlerdir. Bu avantajlarından dolayı tabakalama tekniği bütün kompozit restorasyonlarda bir standart haline gelmiştir.

Rezin içeren restoratif materyallerinin polimerizasyonu için farklı ışık cihazları kullanıma sunulmuştur. En yaygın olarak kullanılan Quartz-Tungsten-Halojen (QTH) ışık cihazlarının zamanla verimliliğinin azalması, çabuk ısınması, lamba ömrünün kısa

olması ve daha uzun uygulama süresi gerektirmesi gibi dezavantajları vardır. QTH polimerizasyon cihazlarına alternatif olarak kullanılmaya başlanan LED ışık cihazlarının hafif olması, kullanımı kolay olması, uzun ömürlü olması, ısı artışlarının az olması ve QTH'a göre daha fazla polimerizasyon derinliği sağlaması önemli avantajlarıdır (Moon ve ark., 2004; Tsai ve ark., 2004; Bulucu ve ark., 2008). Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda restoratif materyallerin polimerizasyonunda LED ışık cihazı kullanılmıştır.

İyi bir bitirme ve polisaj işlemi restorasyonların estetik özelliklerini uzun süre korumalarına yardımcı olarak klinik performanslarını arttırmaktadır. Klinikte iyi yapılmayan bitirme ve polisaj işlemi restorasyon çevresinde plak birikmesine neden olabilmekte ve bu durum dişlerde renklenmelere, ilerleyen dönemlerde de restorasyonların kaybına neden olabilmektedir (Wilder ve ark., 2000). Bu amaçla rezin restorasyonların kenar uyumlarının sağlanması ve yüzey düzgünlüğünün elde edilmesi amacıyla bitirme frezleri, diskler, polisaj lastikleri ve fırçalarından yararlanılmaktadır. Yalçın ve ark. (2006) kavite sınırı minede lokalize restorasyonlarda polisaj sistemleri arasında bir fark olmadığını ancak kavite sınırı dentinde biten restorasyonlarda Astrobrush sistemlerinin daha düşük mikrosızıntı skorları sergilediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Gedik ve ark. (2005) Astrobrush sistemleri ile yapılan örneklerde SEM altında yapılan incelemelerde daha düzgün yüzeyler elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu sebeple çalışmamızda, restorasyonların bitirme işlemlerinde ince grenli elmas kompozit bitirme frezleri, polisaj işlemlerinde ise Astrobrush polisaj sistemleri kullanılmıştır.

Restorasyonların başarılarının değerlendirilmesi için laboratuvar ortamlarında gerçekleştirilen *in vitro* çalışmalar, restoratif materyaller ve kullanılan teknikler hakkında bize değerli bilgiler sağlamaktadır. Fakat ne kadar karmaşık bir laboratuvar düzeneği kurulursa kurulsun ağız içi ortamı ve hasta davranışları bire bir taklit edilememektedir. Bu yüzden klinik çalışmalar oldukça önem kazanmaktadır. Ancak uzun dönem klinik çalışmalarda değerlendirilen restoratif materyaller çok kısa sürede güncelliklerini yitirmekte, hatta bazen kullanımdan kalkmış olabilmektedirler (Fitchie ve ark., 1990; Palina ve ark., 2005). Bu yüzden *in vitro* testlerle materyallerin başarılarının değerlendirilmesi kaçınılmazdır (Pashley, 1990; Türkün ve Ergücü, 2004).

Restorasyonların *in vitro* olarak değerlendirilmelerinde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biride mikrosızıntı tespit yöntemidir. Restorasyonlarda meydana gelen mikrosızıntının tespitinde boya penetrasyon yöntemi, bakteriyel mikrosızıntı yöntemi, hava basıncı yöntemi, radyoaktif izotop yöntemi, kimyasal işaretleyici yöntemi, nötron aktivasyon analiz yöntemi, tarama mikroskop analiz yöntemi ve elektrokimyasal yöntem gibi farklı teknikler kullanılmaktadır. Uygulama kolaylığı, güvenilir sonuçlar vermesi ve ucuz olması nedeniyle boya penetrasyon yöntemi en sık tercih edilen yöntemdir (Henry, 1987; Taylor ve Lynch, 1992; Tiritoglu, 1993; 1994; Iwami ve ark., 2000; Matharu ve ark., 2001; Türkün ve Ergücü, 2004; Ergücü ve Türkün, 2005).

Türkün ve Ergücü (2004) yaşlandırma işlemlerinde en sık tercih edilen yöntemin termal siklus yöntemi olduğunu, termal siklustan önce ve sonra örneklerin 37°C'deki distile suda 24 saat bekletilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Termal siklus uygulamasının genelde 5°-55° C sıcaklıkları arasında (%98,7), çeşme suyu kullanılarak gerçekleştirildiğini (%96,6), en sık tercih edilen siklus sayısının 250-500 arasında olduğunu, ısı banyolarında (dwell time) kalma sürelerinin ise 30 saniye olduğunu (%82,7) belirtmişlerdir. Literatürle paralel olarak çalışmamızda hazırlamış olduğumuz örnekleri 5°-55°C'lik çeşme suyu içeren ısı banyolarında 30'ar saniye bekletilecek şekilde 500 defa termal siklus uyguladık.

Mikrosızıntı çalışmalarında, %40,8 bazik fuksin, %26,5 gümüş nitrat, %20 metilen mavisi tercih edildiği ve bekletme sürelerinin bazik fuksin için 24-48 saat, gümüş nitrat için 2 saat, metilen mavisi için ise 4 saat olduğu bildirilmiştir (Türkün ve Ergücü, 2004). Çalışmamızda da sızıntı skorlarının tespiti için hazırlanan örnekler %0,5'lik bazik fuksin çözeltisi içerisinde 24 saat bekletilmiştir.

Bazik fuksinin “propil glikol alkol” de çözünmesi ile elde edilen solüsyon çürük dentine bağlanabilme özelliğine sahiptir (Kidd ve ark., 1989). Böyle durumlarda dentinin boyanması hatalı yorumlara neden olabileceğinden çalışmamızda çürüksüz molar dişler kullanılmıştır.

Çalışmamızda radyasyon uygulanan gruptaki restorasyonlarda daha fazla sızıntı skorları tespit edilmiştir ($p<0,05$). Literatürde; çalışmamızın sonuçlarını karşılaştırabileceğimiz bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla beraber Bulucu ve ark.

(2006) Black V kaviteelerde değişik bağlayıcı ajanlarla uyguladıkları mikrohibrit kompozit rezinin radyasyon uygulaması sonrasında mikrosızıntı değerlerindeki artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada özellikle dentinde sonlanan restorasyon kenarlarında mikrosızıntı skorlarında artış gözlemişlerdir ve sonuç olarak mikrosızıntının radyasyon uygulamalarından değil dentin bağlayıcı sistemlerle ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar bizim elde ettiğimiz sonuçlarla örtüşmemektedir. Fakat her iki çalışmada farklı kavite preperasyonları test edilmiştir. Kavite dizaynının değişmesi kompozit resin kütlesinin ve restorasyonların başarısında önemli bir etken olan C-faktörünün değişmesine ve bu durumda farklı sonuçlar elde etmemize sebep olabilir.

Çalışmamızda yüksek sızıntı skorları arayüz bölgesinde tespit edilmiştir. II. sınıf kavitelerin mikrosızıntı açısından sorunlu bölgeleri arayüz bölgeleridir (Sidhu ve Henderson, 1992; Gallo ve ark., 2000). Bunda bölgedeki mine dokusunun yetersizliği yanında yerleştirme ve polimerizasyon problemleride rol oynamaktadır. Sızıntı çalışmalarının çoğunda II. sınıf preperasyonlar tercih edildiğinden, çalışmamızda da II. sınıf preperasyonlar hazırlanmıştır.

Test gruplarından Gradia Direct Posterior restoratif materyalinde radyasyon uygulanmasıyla meydana gelen mikrosızıntı artışı istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sonuç Bulucu ve ark.'nın (2006) sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Fakat aynı sonuç Filtek Z250 için geçerli değildir. Bulucu ve ark. (2006) Filtek Z250 kompozit ile beraber hepsi bir arada sistem olan Clearfil S³ Bond ve kendinden asitli sistem olan Clearfil SE bondu kullanmışlar ve bu iki sistemin mikrosızıntı açısından fark göstermediğini bildirmişlerdir. Kendinden asitli (Clearfil SE) ve hepsi bir arada (Clearfil S³) sistemler olan bu iki bondun içerikleri hemen hemen aynıdır. Çalışmamızda kullanılan 3M Adper Easy One Bond'da hepsi bir arada sistem olmasına rağmen kompozisyonları farklıdır. İki çalışmada da ortak olarak Filtek Z250 kompozit materyali kullanılmış olmasına rağmen hem kavite dizaynında, hem de dentin bağlayıcılarında içerik açısından farklılıkların bulunmasının sonuçlardaki uyumsuzluğun muhtemel sebebi olduğunu düşünmekteyiz.

Al-Nawas ve ark. (2000) normal değerlerde verilen radyasyonun dişlerin yapısında bir farklılığa neden olmadığını ancak yüksek dozda verilen radyasyonun

minenin interprizmatik bölgesindeki organik komponentlerine ciddi hasarlar verdiğini belirtmişlerdir. Pioch ve ark (1992) radyasyonun dişin mine-dentin birleşim bölgesinde morfolojik değişikliklere neden olduğunu ve bu değişikliklerin mine-dentin bölgesinin dayanıklılığını azalttığını ve çözünürlüğünü arttırdığını belirtmişlerdir. Baker'da (1982) radyasyonun minenin yapısında düzensiz kırıkların oluşmasına neden olduğunu bildirmektedir. Springer ve ark. (2005) ve Bekes ve ark. (2009) histolojik incelemelerde diş minesinin radyasyondan etkilenecek prizmatik yapısında mikro düzeyde bozulmalar meydana geldiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Soarres ve ark. (2010)'da radyasyonun dişlerin organik bileşenlerine ve tübül yapılarına zarar verdiğini bildirmektedirler. Radyasyonun diş sert dokuları üzerine etkileri hakkında iddialar olmasına rağmen bunlar henüz kesin olarak tanımlanamamışlardır. Ayrıca bu çalışmaların çoğu *in vitro* ortamda ve yüksek radyasyon dozlarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle radyasyonun mine ya da dentinde meydana getirdiği ne tür bir değişikliğin mikrosızıntı üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu öngörmek oldukça güçtür.

Kavite preparasyonlarının sınırlarının lokalizasyonları mikrosızıntı açısından önem taşımaktadır. Minede sonlanan kavitelerde mikrosızıntı daha az görülürken sementte biten kavitelerde mikrosızıntı önemli bir sorundur. Mine dokusu gingival bölgede ince olduğundan bu bölgede meydana gelen sızıntı oklüzale göre daha fazladır. Ayrıca dentine olan bağlantı yapısı ve içeriğindeki farklılıklar nedeniyle mineye olan bağlantıdan daha karmaşık ve hassastır (Pashley, 1985; Pashley, 1990; Ciucchi ve ark., 1995). Gingival bölgede daha fazla sızıntı görülmesinin bir diğer nedeni de dentin tübüllerinin yönünün bağlanmayı etkilemesidir. Dik yöndeki dentin tübülleri çevresinde yatay yöndeki dentin bölgesinden daha kalın hibrit tabakası oluşmaktadır. II. sınıf kavitelerde gingival basamaktaki dentin yüzeylerinde iyi bir hibrit tabakasının gerçekleştirilmesi güç olduğundan bu bölgede daha fazla sızıntı görülmektedir (Gallo ve ark., 2000). Ayrıca polimerizasyon esnasında restorasyonla diş arasında meydana gelen büzülme kuvvetleri nedeniyle bu bölgelerde daha fazla gerilim oluşmaktadır. Bu gerilim diş ile restorasyon arasındaki bağlantıda bozulmalara neden olabilmektedir (Sidhu ve Henderson, 1992; Wibowo ve Stockton, 2001; Beznos, 2001).

Çalışmamızda en yüksek sızıntı skoru sement-gingival bölgede, daha sonra mine-gingival bölgede ve en az mine-okluzal 1 ve 2. bölgelerinde tespit edilmiştir.

Benzer şekilde Türkün ve Çelik'de (2007) mine sement sınırının altında kalan kavitelere diğerlerine oranla daha fazla sızıntı tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Küçükeşmen ve Sönmez'de (2008) mine-sement sınırının altında kalan kavitelere okluzal kenarlara oranla daha fazla sızıntı olduğunu bildirmişlerdir. Minakuchi ve ark. (2005) ve Gerdolle ve ark (2008)'da sementte biten kavitelere minede biten kavitelere oranla daha fazla sızıntı geliştiğini bildirmişlerdir.

Radyasyon uygulanan gruptaki restoratif materyalleri kendi aralarında değerlendirdiğimizde ise en az sızıntının Gradia Direct Posterior kompozit restoratif materyalinde görüldüğü, diğer dört restoratif materyalin aralarında istatistiksel bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Gradia Direct Posterior kompozit ve G-Bond adeziv sistemi, Dyract Extra- Prime&Bond ve Filtek Z250- Adper Easy One Bond materyallerine göre sızıntı açısından daha başarılı gözükmektedir. Her ne kadar bağlayıcı sistemler ve kompozit sistemler benzer mekanizmalar ve uygulama şekillerine sahip olsalar dahi, taşıyıcı-solvent, monomer sistem ve içeriklerindeki farklılıklar tıpkı bağlanma değerlerinde olduğu gibi sızıntı skorlarında da farklılığa sebep olmaktadır. Diğer test gruplarında yer alan Fuji IX ve Fuji II LC içinde aynı durum geçerlidir. Fakat bu materyaller arasındaki içerik ve bağlanma mekanizmalarındaki farklılıklar kompozit rezinler ve dentin bağlayıcılar kadar belirgin değildir. Fuji IX ve Fuji II LC gruplarında da radyasyon uygulaması mikrosızıntı değerlerini yükseltmiştir.

Cam iyonomer ve rezinle modifiye cam iyonomerlerin mikrosızıntı açısından kompozit rezinlere göre daha üstün olduğunu bildiren çalışmalar olduğu gibi (Kanca, 1987; Darbyshire ve ark., 1988; Kaplan ve ark., 1992) aksini iddia edenlerde mevcuttur (Wenner ve ark., 1988; Gerdolle ve ark., 2008). Puckett ve ark. (1995) ve Toledano ve ark (1999) RMCİS'ların CİS'lara göre daha fazla sızıntı gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bunun sebebinin RMCİS'ların CİS'lara göre termal genişleme katsayılarının daha yüksek olmasından kaynaklı olabileceğini belirtmektedirler. Ayrıca Fuji II LC restoratif materyalinin rezin içeriğinden dolayı polimerizasyon esnasında büzülme göstermektedirler. Diş dokularına yeterli bağlantı sağlanamadığı durumlarda kavite kenarları ile RMCİS'lar arasında problemler görülebilmektedir (Brackett ve ark. 1998). Kontrol grubunda mine-gingival bölgede Fuji II LC ve Filtek Z250 diğer gruplara göre

fazla sızıntı göstermişlerdir. Fakat radyasyon uygulanan grupta mine-gingival bölgede Gradia Direct Posterior haricindeki gruplarda bir fark bulunmamıştır.

Filtek Z250, radyasyon uygulanan grupta mine-oklüzal 1 bölgesinde, kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan fazla sızıntı sergilemiştir ($p<0,05$). Diğer bölgelerde radyasyon uygulanan grupta görülen sızıntı artışı istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$). Filtek Z250'nin oklüzal bölgede fazla sızıntı göstermesi beklenmedik bir sonuç olarak gözükmeye karşın, özellikle kendinden asitli bağlayıcı sistemlerin zayıf asit içermeleri nedeniyle özellikle mineyi pürüzlendirmede ve kalın smear tabakasını eritmede yetersiz kalabildikleri ve oklüzal kavite kenarlarında mikrosızıntı sergiledikleri daha evvel bildirilmiştir (Frankenberger ve ark., 2005; Erickson ve ark., 2009). Besnault ve Attal (2002) kendinden asitli sistemlerin asitle-yıka sistemlere göre dentinde daha az mikrosızıntıya neden olduğunu ancak minede daha fazla sızıntı meydana geldiğini bildirmiştir. Benzer şekilde Pradelle-Plase ve ark. (2001) servikal dentinde self-etch uygulanmasının mikrosızıntıyı azaltacağını ancak minede arttıracığını bildirmişlerdir. Opdam ve ark (1998) bağlayıcı sistemler arasında servikal bölgedeki mikrosızıntı skorları arasında bir fark bulamazken oklüzalde kendinden asitli örneklerde daha fazla sızıntı görüldüğünü bildirmişlerdir.

Radyasyon uygulaması ve sonucunda minede neden olduğu muhtemel değişiklikler Filtek Z250 ile beraber kullandığımız Adper EasyBond'un mikrosızıntı değerlerinde artışa neden olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Bulucu ve ark.'da (2006) kullanılan adeziv sistemlerin bağlantılarının radyasyondan olumsuz yönde etkilendiğini belirtmişlerdir.

CİS'in başlangıç sertleşmesi polianyonlarla kalsiyum iyonlarının birleşmesiyle olmaktadır. CİS dentin yüzeyiyle temas ettiğinde iki yüzey arasında kimyasal bağlantı oluşmaktadır. Cheung ve ark. (1990) radyasyonun, oluşması beklenen bu kimyasal bağlantıya zarar verdiğini ve bu yüzden restoratif materyal ile diş yapısı arasındaki bağlantı değerlerinin etkilendiğini bildirmişlerdir. Yeşilyurt ve ark'da (2008) CİS restorasyonlara radyasyon uygulamanın bağlantı değerlerini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Mine-gingival ve sement-gingival bölgelerinde Fuji IX restoratif materyalinde radyasyon uygulanan grupta kontrol grubuna göre daha fazla sızıntı skorları tespit

edilmiştir ($p<0,05$). Mine-okluzal 1 ve 2 de kontrol grubuyla radyasyon uygulanan grup arasında istatistik açıdan bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Gingival bölgelerde radyasyon uygulanan grupta daha fazla sızıntı görülmesi zaten bağlantı ve mikrosızıntı açısından problemlili olan bu bölgelerde uygulanan iyonize radyasyonun radyasyonun, organik içeriği ve yapısında bulunan kolajen miktarının fazla olmasından dolayı dentini mineden daha fazla etkilemiş olabileceğini ve bu durumda CİS'in bağlantısının etkilenmiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Dyract Extra'da radyasyon uygulanan grupta sement-gingival, mine-okluzal 1 ve 2 bölgelerinde de yüksek sızıntı görülmesine rağmen istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Ancak mine-gingival bölgesinde radyasyon uygulanan grupta kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla sızıntı tespit edilmiştir. Aseton bazlı kedinden asitli bir bağlayıcı olan Prime&Bond'da radyasyon uygulanan dişlerde daha fazla sızıntı sergilemiştir. Prime & Bond'un mine ye bağlantısını artırmak için ilave asit uygulaması önerilse de üretici firma bu hususta herhangi bir tavsiyede bulunmamaktadır.

Gerdolle ve ark. (2008) iki farklı kompozit (Admira, Filtek P60), bir kompomer (Compoglass F) ve bir RMCİS'in (Fuji II LC) mikrosızıntılarını değerlendirmişler ve en fazla sızıntıyı Fuji II LC'nin gösterdiğini bunu kompomerin takip ettiğini ve en az sızıntıyı da kompozit örneklerinin gösterdiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada radyasyon uygulanan grupta mine-okluzal 1 ve mine-okluzal 2 bölgelerinde Fuji II LC ile Filtek Z250 kompozit restorasyonlarda daha fazla sızıntı skoru tespit edilmiştir. Fuji II LC'nin radyasyon uygulanmış dişlerin yapısında meydana gelen değişiklikler nedeniyle mineye olan bağlantısının etkilendiğini ve polimerizasyon büzülmesi neticesinde bu bölgede oluşan stresleri karşılayamadığını ve mikrosızıntının bu bölgede daha fazla görülmesine neden olduğunu düşünmekteyiz.

Wenner ve ark. (1988) sementte sonlanan kavitelere yapılan restorasyonlarda kompozit materyallerinin amalgam ve CİS'lara göre daha az kenar sızıntısı skorları gösterdiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Sonat ve Çağlar'da (1992) kompozit restorasyonlarda amalgam ve CİS'lara göre daha iyi sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir. Gerdolle ve ark. (2008) kompozit, kompomer ve RMCİS materyallerini

karşılaştırdıkları çalışmalarında en az sızıntının kompozit restorasyonlarında görüldüğünü belirtmişlerdir.

McComb ve ark. (2002) baş ve boyun bölgesinden radyoterapi almış 45 hastada kompozit restorasyonlarının CİS, RMCİS'e göre klinik olarak daha başarılı olduğunu, CİS ile RMCİS arasında istatistiksel bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada en az sızıntı Gradia Direct Posterior kompozitte görülmüştür. Bunun nedeninin kompozitlerin CİS, RMCİS ve kompomerlere göre üstün özelliklerinden ve bağlayıcının iyi bir bağlantı oluşturması sayesinde olduğunu düşünmekteyiz. Gradia Direct Posterior'un Filtek Z250'ye göre radyasyon uygulanmış dişlere daha az mikrosızıntı skorları göstermesinin muhtemel nedeninin iki dentin bağlayıcının içeriklerinin farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın sonuçlarına göre radyasyon uygulaması dişlerde restoratif materyallerin sızıntısını arttırmıştır ($p<0,05$). Gradia Direct Posterior kompozit radyasyondan en az etkilenen ve en az sızıntı gösteren restoratif materyal olarak bulunmuştur. Yapılan restorasyonlarda gingival bölgede daha fazla sızıntı meydana gelmiştir. Ginvaldeki sızıntıyı hiçbir materyal tam olarak önleyememiştir.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Radyasyon uygulanan dişlerde farklı restoratif materyallerle yapılan restorasyonların mikrosızıntı yönünden incelendiği bu araştırmada

- 1- Dişlere iyonize radyasyon uygulaması restoratif materyallerin mikrosızıntısını arttırmıştır.
- 2- Radyasyon uygulanan grupta posterior kompozit diğer restoratif materyallerden daha düşük mikrosızıntı skorları sergilemiştir. CİS, RMCİS, kompomer ve hibrit kompozit materyallerinin mikrosızıntı skorları arasında her ne kadar farklılıklar olsa da istatistik açıdan anlamlı bulunmamıştır.
- 3- Restorasyonların gingival kenarlarında daha fazla mikrosızıntı tespit edilmiştir. En fazla mikrosızıntı sement-gingival bölgede daha sonra mine-gingival bölgede tespit edilmiştir. En az mikrosızıntı okluzal bölgelerde tespit edilmiştir.
- 4- Gingival bölgede mikrosızıntıyı hiçbir materyal tam olarak önleyememiştir.

Radyasyon uygulanmış dişlerde restorasyonların mikrosızıntılarını incelendiğinde, SEM, TEM ya da diğer görüntüleme ve analiz yöntemlerinin restoratif materyal-diş arayüzünde ki muhtemel değişimleri saptamak yönünden faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Ayrıca iyi planlanmış *in vitro* çalışmalar değerli katkılar sağlamış olsalar da, laboratuvar şartlarında ağız ortamının ve hasta davranışlarının birebir sağlanamayacağı göz önünde bulundurulduğunda bu alanda klinik çalışmaların önemi daha da artmaktadır. Yüksek çürük risk grubunda bulunan ve özel ilgi gerektiren kanserli hastalarda; uygulanan radyoterapi nedeniyle meydana gelen kısıtlamalar, yaşam sürelerindeki azalma nedeniyle uzun dönem takiplerinde karşılaşılan problemler ve de hastaların buldukları psikolojik durum nedeniyle kooperasyonlarındaki güçlüklerle rağmen klinik çalışmaların yapılması konuya daha fazla katkı sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Abbas G, Fleming GJ, Harrington E, Shortall AC, Burke FJ. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with a packable composite cured in bulk or in increments. *J Dent.* 2003;31:437-44.
- Abdalla AI, Alhadainy HA. Clinical evaluation of hybrid ionomer restoratives in Class V abrasion lesions: two-year results. *Quintessence Int.* 1997;28:255-8.
- Aguiar GP, Jham BC, Magalhaes CS, Sensi LG, Freire AR. A review of the biological and clinical aspects of radiation caries. *J Contemp Dent Pract.* 2009;10:83-9.
- al-Nawas B, Grotz KA, Rose E, Duschner H, Kann P, Wagner W. Using ultrasound transmission velocity to analyse the mechanical properties of teeth after in vitro, in situ, and in vivo irradiation. *Clin Oral Investig.* 2000;4:168-72.
- Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent.* 1997;22:173-85.
- Alavi AA, Kianimanesh N. Microleakage of direct and indirect composite restorations with three dentin bonding agents. *Oper Dent.* 2002;27(1):19-24.
- Almstahl A, Wikstrom M. Electrolytes in stimulated whole saliva in individuals with hyposalivation of different origins. *Arch Oral Biol.* 2003;48:337-44.
- Andrews N, Griffiths C. Dental complications of head and neck radiotherapy: Part 2. *Aust Dent J.* 2001;46:174-82.
- Antolf P, Gadegaard E, Jepsen P. Caries Experience, Dental Health Behaviour and Social Status. A Comparative Study Among Danish Military Recruits in 1972 and 1982. *Comm Dent Health.* 1988;5:255-64.
- Arıkan S. Posterior kompozit restorasyonlar. *C.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2005;8(1):63-70.
- Arslan S, Ülker M, Er Ö, Sağsen B, Ertaş H. Farklı Adeziv Sistemlerle Restore edilen Sınıf II Slot Preparasyonlardaki Mikrosızıntının Gelişiminde Farklı Işık Cihazlarının Etkisinin Değerlendirilmesi. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 2008;32:38-48.
- Aw TC, Nicholls JJ. Polymerization shrinkage of densely-filled resin composites. *Oper Dent.* 2001;26:498-504.
- Ayyıldız S, Uyar A, Yüzügüllü B. Diş hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2009;19(3):219-26.

- Baharav H, Brosh T, Pilo R, Cardash H. Effect of irradiation time on tensile properties of stiffness and strength of composites. *J Prosthet Dent.* 1997;77:471-4.
- Baker DG. The radiobiological basis for tissue reactions in the oral cavity following therapeutic x-irradiation. A review. *Arch Otolaryngol.* 1982;108:21-4.
- Bang HC, Lim BS, Yoon TH, Lee YK, Kim CW. Effect of plasma arc curing on polymerization shrinkage of orthodontic adhesive resins. *J Oral Rehabil.* 2004;31:803-10.
- Bardow A, Lagerlof F, Nauntofte B, Tenavuo J. The role of saliva. In: Fejerskov O, Kidd E, editors. *Dental Caries. The disease and its clinical management.* 2nd Ed., Oxford; Blackwell Munksgaard Ltd. 2008;189-208.
- Barrett NV, Martin JW, Jacob RF, King GE. Physical therapy techniques in the treatment of the head and neck patient. *J Prosthet Dent.* 1988;59:343-6.
- Bedi R. Ethnic Indicators of Dental Health for Young Asian Schoolchildren Resident in Areas of Multiple Deprivation. *Br Dent J.* 1989;166:331-4.
- Bekes K, Francke U, Schaller HG, Kuhnt T, Gerlach R, Vordermark D, Gernhardt CR. The influence of different irradiation doses and desensitizer application on demineralization of human dentin. *Oral Oncol.* 2009;45:e80-4.
- Berg JH. Glass ionomer cements. *Pediatr Dent.* 2002;24:430-8.
- Besnault C, Attal JP. Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesive systems in Class II composite restorations. *J Dent.* 2002;30:1-6.
- Beznos C. Microleakage at the cervical margin of composite Class II cavities with different restorative techniques. *Oper Dent.* 2001;26:60-9.
- Bonan PR, Pires FR, Lopes MA, Di Hipolito O Jr. Evaluation of salivary flow in patients during head and neck radiotherapy. *Pesqui Odontol Bras.* 2003;17:156-60.
- Bourhis J, Etessami A, Lusinchi A. New trends in radiotherapy for head and neck cancer. *Ann Oncol.* 2005;16 Suppl 2:ii255-7.
- Boyle P, Levin B. *World Cancer Report 2008.* World Cancer Report of International agency for research on cancer. 2008.
- Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, Browning WD. Microleakage of Class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. *J Prosthet Dent.* 1998;79:261-3.

- Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater.* 2005;21:962-70.
- Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004;15:176-84.
- Brown LR, Dreizen S, Handler S, Johnston DA. Effect of radiation-induced xerostomia on human oral microflora. *J Dent Res.* 1975;54:740-50.
- Bullard RH, Leinfelder KF, Russell CM. Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J Am Dent Assoc.* 1988;116:871-4.
- Bulucu B, Avsar A, Demiryurek EO, Yesilyurt C. Effect of radiotherapy on the microleakage of adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2009;11:305-9.
- Bulucu B, Ozsezer E, Ertas E, Yuksel G. The effect of different light sources on microleakage of bleached enamel. *Dent Mater J.* 2008;27:598-604.
- Bulucu B, Yesilyurt C, Cakir S, Meydan AD. Influence of radiation on bond strength. *J Adhes Dent.* 2006;8:217-21.
- Burke FJ, Fleming GJ, Owen FJ, Watson DJ. Materials for restoration of primary teeth: 2. Glass ionomer derivatives and compomers. *Dent Update.* 2002;29:10-4, 16-7.
- Burrow MF, Nopnakeepong U, Phrukkanon S. A comparison of microtensile bond strengths of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin. *Dent Mater.* 2002;18:239-45.
- Burrow MF, Sano H, Nakajima M, Harada N, Tagami J. Bond strength to crown and root dentin. *Am J Dent.* 1996;9:223-9.
- Büyükköprü D, Dural S. The Investigation of Influence of Head and Neck Radiotherapy on Flow Rate and Ph of Saliva. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 2008;32(3):71-8.
- Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* 1996;21:17-24.
- Charlton DG, Moore BK. In vitro evaluation of two microleakage detection tests. *J Dent.* 1992;20:55-8.
- Cheung GS. Reducing marginal leakage of posterior composite resin restorations: a review of clinical techniques. *J Pros Dent.* 1990;63(3):286-8.

- Cheung DT, Perelman N, Tong D, Nimni ME. The effect of gamma-irradiation on collagen molecules, isolated alpha-chains, and crosslinked native fibers. *J Biomed Mater Res.* 1990;24:581-9.
- Chuang SF, Jin YT, Tsai PF, Wong TY. Effect of various surface protections on the margin microleakage of resin-modified glass ionomer cements. *J Prosthet Dent.* 2001;86:309-14.
- Ciucchi B, Bouillaguet S, Holz J, Pashley D. Dentinal fluid dynamics in human teeth, in vivo. *J Endod.* 1995;21:191-4.
- Civelek A, Özel E. Işıkla polimerize olan kompozitlerin polimerizasyon derinliği. *Akademik Dental Dişhekimliği Dergisi.* 2004;6:34-8.
- Coleman MP, Gatta G, Verdecchia A, Estève J, Sant M, Storm H, Allemani C, Ciccolallo L, Santaquilani M, Berrino F. EURO CARE Working Group. EURO CARE-3 summary: cancer survival in Europe at the end of the 20th century. *Ann Oncol.* 2003;14:128-49.
- Crim GA, Swartz ML, Phillips RW. Comparison of four thermocycling techniques. *J Prosthet Dent.* 1985;53:50-3.
- Çoğulu D, Ersin N, Ertuğrul F. The Evaluation of the Effect of Resin Shade, Tip Distance and Curing Time on Microhardness of Two Different Compomer Resins. *EÜ Dişhek Fak. Derg.* 2007;28: 187-92.
- da Silva MA, de Oliveira GJ, Tonholo J, Junior JG, Santos Lde M, Dos Reis JI. Effect of the insertion and polymerization technique in composite resin restorations: analysis of marginal gap by atomic force microscopy. *Microsc Microanal.* 2010;16:779-84.
- Darbyshire PA, Messer LB, Douglas WH. Microleakage in class II composite restorations bonded to dentin using thermal and load cycling. *J Dent Res.* 1988;67(3):585-7.
- Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent.* 1997;25:435-40.
- Dayangaç B, Özgünaltay G. Dişhekimliğinde adezyon. *EÜ Dişhek Fak. Derg.* 1993;14:61-4.
- Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar. 1. Baskı, Ankara, Güneş Kitabevi. 2000; 59-73.
- Dawes C. How much saliva is enough for avoidance of xerostomia? *Caries Res.* 2004;38:236-40.

- Delivanis PD, Chapman KA. Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982;53:410-6.
- Dennison JB, Yaman P, Seir R, Hamilton JC. Effect of variable light intensity on composite shrinkage. *J Prosthet Dent.* 2000;84:499-505.
- Dewaele M, Asmussen E, Devaux J, Leloup G. Class II restorations: influence of a liner with rubbery qualities on the occurrence and size of cervical gaps. *Eur J Oral Sci.* 2006;114:535-41.
- Douglas WH, Chen CJ, Craig RG. Neutron activation analysis of microleakage around a hydrophobic composite restorative. *J Dent Res.* 1980;59:1507-10.
- Driessens FC. Chemical adhesion in dentistry. *Int Dent J.* 1977;27:317-23.
- Edgar WM. Saliva and dental health. Clinical implications of saliva: report of a consensus meeting. *Br Dent J.* 1990;169:96-8.
- Edgar WM, Higham SM, Manning RH. Saliva stimulation and caries prevention. *Adv Dent Res.* 1994;8:239-45.
- Eliasson L, Carlen A, Almstahl A, Wikstrom M, Lingstrom P. Dental plaque pH and micro-organisms during hyposalivation. *J Dent Res.* 2006;85:334-8.
- Ergücü Z, Türkün LŞ. Nanokompozitlerin mikrosızıntısında adezivlerin önemi. *EÜ Dişhek Fak. Derg.* 2005;26:59-64.
- Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA. The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater.* 2009;25(11):1459-67.
- Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.* 1987;66:1636-9.
- Ferracane JL, Greener EH. Fourier transform infrared analysis of degree of polymerization in unfilled resins--methods comparison. *J Dent Res.* 1984;63:1093-5.
- Figueiredo AF, Giannini M, Ambrosano GM, Chan DCN. The effects of filling techniques and a low-viscosity composite liner on bond Strength to class II cavities. *J Dent.* 1987;1:59-66.
- Fitchie JG, Reeves GW, Scarbrough AR, Hembree JH. Microleakage of two new dentinal bonding systems. *Quintessence Int.* 1990;21:749-52.
- Fortin D, Vargas MA. The spectrum of composites: new techniques and materials. *J Am Dent Assoc.* 2000;131:26-30.

- Fox PC. Saliva composition and its importance in dental health. *Compend Suppl.* 1989;457-60.
- Frank RM, Herdly J, Philippe E. Acquired Dental Defects and Salivary Gland Lesions after Irradiation for Carcinoma. *J Am Dent Assoc.* 1965;70:868-83.
- Frankenberger R, Tay FR. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. *Dent Mater.* 2005;21(5):397-412.
- Franzel W, Gerlach R, Hein HJ, Schaller HG. Effect of tumor therapeutic irradiation on the mechanical properties of teeth tissue. *Z Med Phys.* 2006;16:148-54.
- Franzel W, Gerlach R. The irradiation action on human dental tissue by X-rays and electrons--a nanoindenter study. *Z Med Phys.* 2009;19:5-10.
- Friedman RB. Osteoradionecrosis: causes and prevention. *NCI Monogr.* 1990;145-9.
- Gallo JR 3rd, Bates ML, Burgess JO. Microleakage and adaptation of Class II packable resin-based composites using incremental or bulk filling techniques. *Am J Dent.* 2000;13:205-8.
- Gedik R, Hurmuzlu F, Coskun A, Bektas OO, Ozdemir AK. Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. *J Am Dent Assoc.* 2005;136:1106-12.
- Geerts SO, Seidel L, Albert AI, Gueders AM. Microleakage after Thermocycling of Three Self-Etch Adhesives under Resin-Modified Glass-Ionomer Cement Restorations. *Int J Dent.* 2010;728453.
- Gerdolle DA, Mortier E, Droz D. Microleakage and polymerization shrinkage of various polymer restorative materials. *J Dent Child (Chic).* 2008;75:125-33.
- Gernhardt CR, Kielbassa AM, Hahn P, Schaller HG. Tensile bond strengths of four different dentin adhesives on irradiated and non-irradiated human dentin in vitro. *J Oral Rehabil.* 2001;28:814-20.
- Gladys S, Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res.* 1997;76:883-94.
- Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Marginal adaptation and retention of a glass-ionomer, resin-modified glass-ionomers and a polyacid-modified resin composite in cervical Class-V lesions. *Dent Mater.* 1998;14:294-306.

- Grobler SR, Rossouw RJ, Van Wyk Kotze TJ. A comparison of fluoride release from various dental materials. *J Dent.* 1998;26:259-65.
- Gross LC, Griffen AL, Casamassimo PS. Compomers as Class II restorations in primary molars. *Pediatr Dent.* 2001;23:24-7.
- Grotz KA, Duschner H, Kutzner J, Thelen M, Wagner W. New evidence for the etiology of so-called radiation caries. Proof for directed radiogenic damage of the enamel-dentin junction. *Strahlenther Onkol.* 1997;173:668-76.
- Grotz KA, Duschner H, Kutzner J, Thelen M, Wagner W. Histotomography studies of direct radiogenic dental enamel changes. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 1998;2:85-90.
- Gonzalez MAG, Kasim RA, Aziz RA. Microleakage testing. *Annals of Dentistry, University of Malaya.* 1997;4:31-7.
- Güran Ş. Kanserden korunma. *Gülhane Tıp Dergisi.* 2005;47:324-26.
- Hajdu SI. Soft tissue sarcomas: classification and natural history. *CA Cancer J Clin.* 1981;31:271-80.
- Haveman CW, Summitt JB, Burgess JO, Carlson K. Three restorative materials and topical fluoride gel used in xerostomic patients: a clinical comparison. *J Am Dent Assoc.* 2003;134:177-84.
- Hecker DM, Wiens JP, Cowper TR, Eckert SE, Gitto CA, Jacob RF, Mahanna GK, Turner GE, Potts A, Logan H, Wiens RL. Can we assess quality of life in patients with head and neck cancer? A preliminary report from the American Academy of Maxillofacial Prosthetics. *J Prosthet Dent.* 2002;88:344-51.
- Henry T. Model systems for determining biologic effects of microleakage. *Operative dentistry.* 1987;12:164-72.
- Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations. Part 1. *Am J Dent.* 2002;15:198-210.
- Hogan LC, Burrow MF. The microtensile strength of bonding resins. *Aust Dent J.* 2001;46:194-7.
- Holtan JR, Nystrom GP, Douglas WH, Phelps RA 2nd. Microleakage and marginal placement of a glass-ionomer liner. *Quintessence Int.* 1990;21:117-22.
- Hotz PR. Diş Çürüğünün Önlenmesi. In: Wilson NHF, Roulet JF, Fuzzi M. editors. Operatif Dişhekimliğinde Gelişmeler. Geleceğe Meydan Okumak. Quintessence Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul. 2006;43-61.

- Hu JY, Chen XC, Li YQ, Smales RJ, Yip KH. Radiation-induced root surface caries restored with glass-ionomer cement placed in conventional and ART cavity preparations: results at two years. *Aust Dent J*. 2005;50:186-90.
- Hu JY, Li YQ, Smales RJ, Yip KH. Restoration of teeth with more-viscous glass ionomer cements following radiation-induced caries. *Int Dent J*. 2002;52:445-8.
- Inoue S, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H. Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dent Mater*. 2001;17:445-55.
- Iwami Y, Yamamoto H, Ebisu S. A new electrical method for detecting marginal leakage of in vitro resin restorations. *J Dent*. 2000;28:241-7.
- Jansma J, Borggreven JM, Driessens FC, s-Gravenmade EJ. Effect of X-ray irradiation on the permeability of bovine dental enamel. *Caries Res*. 1990;24:164-8.
- Jayaraman S, Lanzl HL. *Clinical raditherapy physics*. 2nd Ed. Berlin. Springer. 2004; 3-8.
- Jensen SB, Pedersen AM, Reibel J, Nauntofte B. Xerostomia and hypofunction of the salivary glands in cancer therapy. *Support Care Cancer*. 2003;11:207-25.
- Jervoe P. X-ray diffraction investigation on the effect of experimental and in situ radiation on mature human teeth. A preliminary report. *Acta Odontol Scand*. 1970;28:623-31.
- Jham BC, da Silva Freire AR. Oral complications of radiotherapy in the head and neck. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2006;72:704-8.
- Jham BC, Reis PM, Miranda EL, Lopes RC, Carvalho AL, Scheper MA, Freire AR. Oral health status of 207 head and neck cancer patients before, during and after radiotherapy. *Clin Oral Investig*. 2008;12:19-24.
- Jham BC, Teixeira IV, Aboud CG, Carvalho AL, Coelho Mde M, Freire AR. A randomized phase III prospective trial of bethanechol to prevent radiotherapy-induced salivary gland damage in patients with head and neck cancer. *Oral Oncol*. 2007;43:137-42.
- Kanca J 3rd. Posterior resins: microleakage below the cemento-enamel junction. *Quintessence Int*. 1987;18(5):347-9.
- Kanca J 3rd, Greitzer G. Class II restorations with margins below the CEJ. *J Esthet Restor Dent*. 2009;21:193-201.
- Kaplan I, Mincer HH, Harris EF, Cloyd JS. Microleakage of composite resin and glass ionomer cement restorations in retentive and nonretentive cervical cavity preparations. *J Prosthet Dent*. 1992;68(4):616-23.

- Karaarslan EŞ, Ertuş E, Özsevik S, Göktürk H. Ondokuz mayıs üniversitesi diş hekimliği fakültesi'nde 2000-2007 yılları arasında posterior restoratif materyal seçimi. *Ondokuz Mayıs Üniv. Diş. Hek. Fak. Derg.* 2008;9(2):57-61.
- Kidd EA. Microleakage: a review. *J Dent.* 1976;4:199-206.
- Kidd EA. The use of diet analysis and advice in the management of dental caries in adult patients. *Oper Dent.* 1995;20:86-93.
- Kidd EA, Joyston-Bechal S, Smith MM, Allan R, Howe L, Smith SR. The use of a caries detector dye in cavity preparation. *Br Dent J.* 1989;167:132-4.
- Kielbassa AM, Beetz I, Schendera A, Hellwig E. Irradiation effects on microhardness of fluoridated and non-fluoridated bovine dentin. *Eur J Oral Sci.* 1997;105:444-7.
- Kielbassa AM. In situ induced demineralization in irradiated and non-irradiated human dentin. *Eur J Oral Sci,* 2000a;108:214-21.
- Kielbassa AM, Schendera A, Schulte-Mönting J. Microradiographic and Microscopic Studies on in situ Induced Initial Caries in Irradiated and Nonirradiated Dental Enamel. *Caries Res,* 2000b;34: 41-7.
- Kielbassa AM, Shohadai SP, Schulte-Monting J. Effect of saliva substitutes on mineral content of demineralized and sound dental enamel. *Support Care Cancer.* 2001;9:40-7.
- Kielbassa AM, Hinkelbein W, Hellwig E, Meyer-Luckel H. Radiation-related damage to dentition. *Lancet Oncol.* 2006;7:326-35.
- Kucukesmen C, Sonmez H. Microleakage of class-v composite restorations with different bonding systems on fluorosed teeth. *Eur J Dent.* 2008;2:48-58.
- Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dent Mater.* 1999;15:128-37.
- Lang NP, Hotz PR, Gusberti FA, Joss A. Longitudinal clinical and microbiological study on the relationship between infection with *Streptococcus mutans* and the development of caries in humans. *Oral Microbiol Immunol.* 1987;2:39-47.
- Latta MA, Barkmeier WW. Dental adhesives in contemporary restorative dentistry. *Dent Clin North Am.* 1998;42:567-77.
- Loguercio AD, Reis A, Schroeder M, Balducci I, Versluis A, Ballester RY. Polymerization shrinkage: effects of boundary conditions and filling technique of resin composite restorations. *J Dent.* 2004;32:459-70.

- Lussi A, Francescut P, Schaffner M. Fissür Çürüklerinde Yeni ve Geleneksel Tanı Yöntemleri. *Quintessence*. 2004;4(1):13-21.
- Lussi A. Çürük Teşhis Yöntemleri. In: Wilson NHF, Roulet JF, Fuzzi M. editors. *Operatif Dişhekimliğinde Gelişmeler. Geleceğe Meydan Okumak*. Quintessence Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul. 2006;43-61.
- Maneenut C, Tyas MJ. Clinical evaluation of resin-modified glass-ionomer restorative cements in cervical 'abrasion' lesions: one-year results. *Quintessence Int*. 1995;26:739-43.
- Matharu S, Spratt DA, Pratten J, Ng YL, Mordan N, Wilson M, Gulabivala K. A new in vitro model for the study of microbial microleakage around dental restorations: a preliminary qualitative evaluation. *Int Endod J*. 2001;34:547-53.
- McCabe JF. Resin-modified glass-ionomers. *Biomaterials*. 1998;19:521-7.
- McComb D, Erickson RL, Maxymiw WG, Wood RE. A clinical comparison of glass ionomer, resin-modified glass ionomer and resin composite restorations in the treatment of cervical caries in xerostomic head and neck radiation patients. *Oper Dent*. 2002;27:430-7.
- McGurk M, Goodger NM. Head and neck cancer and its treatment: historical review. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2000;38:209-20.
- McLean JW. Limitations of posterior composite resins and extending their use with glass ionomer cements. *Quintessence Int*. 1987;18:517-29.
- McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int*. 1994;25:587-9.
- Minakuchi S, Munoz CA, Jessop N. Effect of flexural load cycling on microleakage of extended root caries restorations. *Oper Dent*. 2005;30:234-8.
- Mitra SB. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J Dent Res*. 1991;70:72-4.
- Mjor IA. The reasons for replacement and the age of failed restorations in general dental practice. *Acta Odontol Scand*. 1997;55:58-63.
- Mjor IA, Toffenetti F. Secondary caries: a literature review with case reports. *Quintessence Int*. 2000;31:165-79.
- Moon HJ, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effects of various light curing methods on the leachability of uncured substances and hardness of a composite resin. *J Oral Rehabil*. 2004;31(3):258-64.

- Newman SM. Amalgam alternatives: what can compete? J Am Dent Assoc. 1991;122:67-71.
- Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins (“compomers”) and their use in clinical dentistry. Dent Mater. 2007;5:615-22.
- Oba AA, Aras Ş, Öztaş D. Fuji II LC ve F2000’in süt dişi ve mine dentinine adezyon özelliklerinin in vitro koşullarda karşılaştırılması. GÜ Dişhek Fak Derg. 2003;20(3):29-35.
- Oktay İ. Koruyucu uygulamaların ve tıbbi yaklaşımların dişhekimliği pratiğindeki yeri. TDBD özel sayı, 1998;44:4-8.
- Opdam NJ, Roeters JJ, Joosten M, Veeke O. Porosities and voids in Class I restorations placed by six operators using a packable or syringable composite. Dent Mater. 2002;18:58-63.
- Ord RA, Blanchaert RH. Oral Cancer: The Dentist’s Role in Diagnosis, Management, Rehabilitation, and Prevention. Chapter 12: Oral care of the patient receiving radiation therapy. Inc Chicago. Quintessence Publishing Co. 2000;149-64.
- Ölmez A, Tuna D. Polimerizasyon büzülmesine etki eden faktörler. C.Ü. Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. 2002;5:52-7.
- Öztürk B, Öztürk N, Özer F. Dentin Derinliğinin İki Adeziv Sistemin Mikrosızıntısına Etkisi. SÜ Dişhek Fak Derg. 2002;12(1):39-42.
- Palina WM, Fleminga GJ, Nathwania H, Burke FJ, Randall RC. In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites. Dental Materials. 2005;21:324–35.
- Papas A, Russell D, Singh M, Kent R, Triol C, Winston A. Caries clinical trial of a remineralising toothpaste in radiation patients. Gerodontology. 2008;25(2):76-88.
- Pascon FM, Kantovitz KR, Caldo-Teixeira AS, Borges AF, Silva TN, Puppim-Rontani RM, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of composite and compomer restorations in primary teeth: 24-month results. J Dent. 2006;34:381-8.
- Pashley DH. Dentin-predentin complex and its permeability: physiologic overview. J Dent Res. 1985;64:613-20.
- Pashley DH. Clinical considerations of microleakage. J Endod. 1990;16:70-7.
- Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. Oper Dent. 1992;17:229-42.

- Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993;24:618-31.
- Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997;105:97-116.
- Pioch T, Golfels D, Staehle HJ. An experimental study of the stability of irradiated teeth in the region of the dentinoenamel junction. *Endod Dent Traumatol.* 1992;8:241-4.
- Pistorius A, Willershausen B. Biocompatibility of dental materials in two human cell lines. *Eur J Med Res.* 2002;7:81-8.
- Powis DR, Prosser HJ, Wilson AD. Long-term monitoring of microleakage of dental cements by radiochemical diffusion. *J Prosthet Dent.* 1988;59:651-7.
- Pradelle-Plasse N, Nechad S, Tavernier B, Colon P. Effect of dentin adhesives on the enamel-dentin/composite interfacial microleakage. *Am J Dent.* 2001;14:344-8.
- Pradelle-Plasse N, Wenger F, Picard B, Colon P. Evaluation of microleakage of composite resin restorations by an electrochemical technique: the impedance methodology. *Dent Mater.* 2004;20:425-34.
- Preston-Martin S, Pike MC, Ross RK, Jones PA, Henderson BE. Increased cell division as a cause of human cancer. *Cancer Res.* 1990;50:7415-21.
- Puckett AD, Fitchie JG, Bennett B, Hembree JH. Microleakage and thermal properties of hybrid ionomer restoratives. *Quintessence International.* 1995;26:577-81.
- Pyykonen H, Malmstrom M, Oikarinen VJ, Salmo M, Vehkalahti M. Late effects of radiation treatment of tongue and floor-of-mouth cancer on the dentition, saliva secretion, mucous membranes and the lower jaw. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1986;15:401-9.
- Qvist V, Laurberg L, Poulsen A, Teglers PT. Class II restorations in primary teeth: 7-year study on three resin-modified glass ionomer cements and a compomer. *Eur J Oral Sci.* 2004;112:188-96.
- Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? *Int Dent J.* 1994;44:19-26.
- Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod.* 1980;6:421-4.
- Roulet JF. Benefits and disadvantages of tooth-coloured alternatives to amalgam. *J Dent.* 1997;25:459-73.
- Ruse ND. What is a "compomer"? *J Can Dent Assoc.* 1999;65:500-4.

- Sancaklı ŞH. Dentin bağlayıcı sistemler ve hibrid tabakanın oluşturulması. İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2010;2(44):189-95.
- Sarrett DC. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. Dent Mater. 2005;21:9-20.
- Sciubba JJ, Goldenberg D. Oral complications of radiotherapy. Lancet Oncol. 2006;7:175-83.
- Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. Lancet. 2007;369:51-9.
- Shiboski CH, Hodgson TA, Ship JA, Schiodt M. Management of salivary hypofunction during and after radiotherapy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007;103:66 e1-19.
- Shibuya K, Mathers CD, Boschi-Pinto C, Lopez AD, Murray CJ. Global and regional estimates of cancer mortality and incidence by site: II. Results for the global burden of disease 2000. BMC Cancer. 2002;2:37.
- Ship JA. Diagnosing, managing, and preventing salivary gland disorders. Oral Dis. 2002;8:77-89.
- Shortall AC. Microleakage, marginal adaptation and composite resin restorations. Br Dent J. 1982;153:223-7.
- Sidhu SK, Henderson LJ. In vitro marginal leakage of cervical composite restorations lined with a light-cured glass ionomer. Oper Dent. 1992;17:7-12.
- Sidhu SK, Watson TF. The effect of dehydration on light-cured glass ionomer restorations. Singapore Dent J. 1994;19:44-8.
- Sidhu SK, Sherriff M, Watson TF. The effects of maturity and dehydration shrinkage on resin-modified glass-ionomer restorations. J Dent Res. 1997;76:1495-501.
- Silva AR, Alves FA, Antunes A, Goes MF, Lopes MA. Patterns of demineralization and dentin reactions in radiation-related caries. Caries Res. 2009;43:43-9.
- Silva AR, Alves FA, Berger SB, Giannini M, Goes MF, Lopes MA. Radiation-related caries and early restoration failure in head and neck cancer patients. A polarized light microscopy and scanning electron microscopy study. Support Care Cancer. 2009;18:83-7.
- Silverman S Jr. Oral cancer: complications of therapy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1999;88:122-6.
- Soares CJ, Castro CG, Neiva NA, Soares PV, Santos-Filho PC, Naves LZ, Pereira PNR. Effect of gamma irradiation on ultimate tensile strength of enamel and dentin. J Dent Res. 2010;89:159-64.

- Someya M, Sakata K, Nagakura H, Nakata K, Oouchi A, Hareyama M. The changes in irradiated salivary gland function of patients with head and neck tumors treated with radiotherapy. *Jpn J Clin Oncol.* 2003;33:336-40.
- Sonat B, Çağlar G. Kök yüzeyi restorasyonlarında kenar sızıntısı. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 1992;16:38-41.
- Sparrius O, Grossman ES. Marginal leakage of composite resin restorations in combination with dentinal and enamel bonding agents. *J Prosthet Dent.* 1989;61:678-84.
- Specht L. Oral complications in the head and neck radiation patient. Introduction and scope of the problem. *Support Care Cancer.* 2002;10:36-9.
- Springer IN, Niehoff P, Warnke PH, Bocek G, Kovacs G, Suhr M, Wiltfang J, Açil Y. Radiation caries--radiogenic destruction of dental collagen. *Oral Oncol.* 2005;41:723-8.
- Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. *J Endod.* 1987;13:56-9.
- Swift EJ Jr, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int.* 1995;26:95-110.
- Symonds RP. Treatment-induced mucositis: an old problem with new remedies. *Br J Cancer.* 1998;77:1689-95.
- Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ, Carpenter J. Field-emission scanning electron microscopy of resin-dentin interface morphology of seven dentin adhesive systems. *J Adhes Dent.* 2000;2:259-69.
- Tarle Z, Meniga A, Ristic M, Sutalo J, Pichler G, Davidson CL. The effect of the photopolymerization method on the quality of composite resin samples. *J Oral Rehabil.* 1998;25:436-42.
- Tay FR, Gwinnet JA, Wei SHY. Variability in microleakage observed in a total-etch wetbonding technique under different handling conditions. *J Dent Res.* 1996;74:1168-78.
- Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent.* 1992;20:3-10.
- Thorn JJ, Hansen HS, Specht L, Bastholt L. Osteoradionecrosis of the jaws: clinical characteristics and relation to the field of irradiation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2000;58:1088-93; discussion 1093-5.
- Tiritoğlu M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 1993;17(1):11-15.

- Tiritoğlu M. Kenar sızıntısı belirleme yöntemleri. EÜ Dişhek Fak Derg. 1994;15:132-8.
- Tsai PC, Meyers IA, Walsh LJ. Depth of cure and surface microhardness of composite resin cured with blue LED curing lights. Dent Mater. 2004;20(4):364-9.
- Tokatlı F. Meme kanseri tedavisinde radyoterapi kemoterapi etkileşimi. Meme Sağlığı Dergisi. 2008;4(2):70-6.
- Toledano M, Osorio E, Osorio R, Garcia-Godoy F. Microleakage of Class V resin-modified glass ionomer and compomer restorations. J Prosthet Dent. 1999;81:610-5.
- Türkün LS, Türkün M, Ozata F. Two-year clinical evaluation of a packable resin-based composite. J Am Dent Assoc. 2003;134:1205-12.
- Türkün LŞ, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerinin karşılaştırılması. GÜ Dişhek Fak Derg. 2004;21:143-51.
- Türkün LS, Türkün M, Ozata F. Clinical performance of a packable resin composite for a period of 3 years. Quintessence Int. 2005;36:365-72.
- Türkün ŞL, Çelik EU. Antibakteriyal adeziv ile uygulanan kompomer ve nanofil kompozit restorasyonların bir yıllık klinik performansı. GÜ Dişhek Fak Derg. 2007;24(1):1-8.
- Tyas MJ, Burrow MF. Adhesive restorative materials: a review. Aust Dent J. 2004;49:112-21; quiz 154.
- Unterbrink GL, Liebenberg WH. Flowable resin composites as "filled adhesives": literature review and clinical recommendations. Quintessence Int. 1999;30:249-57.
- Valdez IH. Radiation-induced salivary dysfunction: clinical course and significance. Spec Care Dentist. 1991;11:252-5.
- Venhoven BA, de Gee AJ, Davidson CL. Polymerization contraction and conversion of light-curing BisGMA-based methacrylate resins. Biomaterials. 1993;14:871-5.
- Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? J Dent Res. 1996;75:871-8.
- Vissink A, Jansma J, Spijkervet FK, Burlage FR, Coppes RP. Oral sequelae of head and neck radiotherapy. Crit Rev Oral Biol Med. 2003;14:199-212.
- Watson TF. A confocal microscopic study of some factors affecting the adaptation of a light-cured glass ionomer to tooth tissue. J Dent Res. 1990;69:1531-8.

- Welbury RR, Shaw AJ, Murray JJ, Gordon PH, McCabe JF. Clinical evaluation of paired compomer and glass ionomer restorations in primary molars: final results after 42 months. *Br Dent J.* 2000;189:93-7.
- Wenner KK, Fairhurst CW, Morris CF, Hawkins IK, Ringle RD. Microleakage of root restorations. *J Am Dent Assoc.* 1988;117:825-8.
- White JM, Goodis HE, Marshall SJ, Marshall GW. Sterilization of teeth by gamma radiation. *J Dent Res.* 1994;73:1560-67.
- Wibowo G, Stockton L. Microleakage of Class II composite restorations. *Am J Dent.* 2001;14:177-85.
- Wilder AD Jr, Swift EJ Jr, May KN Jr, Thompson JY, McDougal RA. Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials. *J Dent.* 2000;28:367-73.
- Xie H, Zhang F, Wu Y, Chen C, Liu W. Dentine bond strength and microleakage of flowable composite, compomer and glass ionomer cement. *Aust Dent J.* 2008;53:325-31.
- Yalcin F, Korkmaz Y, Baseren M. The effect of two different polishing techniques on microleakage of new composites in Class V restorations. *J Contemp Dent Pract.* 2006;7:18-25.
- Yesilyurt C, Bulucu B, Sezen O, Bulut G, Celik D. Bond strengths of two conventional glass-ionomer cements to irradiated and non-irradiated dentin. *Dent Mater J.* 2008;27:695-701.
- Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil.* 2002;29:1165-73.
- Yu T, Wood RE, Tenenbaum HC. Delays in diagnosis of head and neck cancers. *J Can Dent Assoc.* 2008;74:61.
- Zach GA. X-ray diffraction and calcium-phosphorous analysis of irradiated human teeth. *J Dent Res.* 1976;55:907-9.

8. EK-1: ETİK KURUL ONAY FORMU

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIBBİ ARAŞTIRMA ETİK KOMİSYONU

Sayı: 208

27.08.2010

Sayın: **Doç. Dr. Ertan ERTAŞ**

Etik Komisyonumuza sunmuş olduğunuz **Radyasyon uygulanan dişlerde farklı restoratif materyallerle yapılan restorasyonların mikrosızıntı yönünden incelenmesi** başlıklı OMÜ-TAEK 2010/113 Karar nolu **Anket** nitelikli araştırma projeniz; amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, OMÜ-TAEK yönergesine göre incelenmiş etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse, 6 aylık bildirimini yapılmasına; çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza bildirilmesine, 26.08.2010 tarihli etik komisyonumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Gereğini bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof.Dr.Abdulkerim BEDİR
Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu
Başkanı

EK-2: HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ARAŞTIRMANIN ADI: Radyasyon uygulanan dişlerde farklı restoratif materyallerle yapılan restorasyonların mikrosızıntı yönünden incelenmesi

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağına çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNDAMIYIM?

Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Katılmaya karar verirsiniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Bu durum sizin aldığınız tedavinin standardını etkilemeyecektir.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR?

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı kliniğimizde “Radyasyon uygulanan dişlerde farklı restoratif materyallerle yapılan restorasyonların mikrosızıntı yönünden incelenmesi” başlıklı çalışma yürütülecektir. Bu çalışmamızda çeşitli nedenlerle çekimine karar verilmiş insan molar dişleri kullanılacaktır. Normal prosedürlere uyularak çekilecek olan bu **dişlerinize çekim işleminden sonra** radyasyon uygulanacak ve daha sonra bu dişlerinize çeşitli dolgu maddeleri yapılacaktır. Dişleriniz çeşitli işlemlerden geçirilerek yapılmış olan bu dolguların sızdırmazlıklarına bakılacaktır. Bu çalışmamızdan elde edilecek sonuçlarla radyasyon tedavisi gören veya görecek olan hastalarımızda kullanılacak ideal dolgu maddelerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada yer almak istemediğiniz takdirde çekimine karar verilmiş dişlerinizin normal prosedürlere uyularak çekimleri yapılacak ve bu dişleriniz tıbbi atık olarak imha edilmek üzere ilgili kuruluşlara gönderilecektir.

GÖNÜLLÜ KATILIM

Bu araştırmaya katılma kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabileceğim bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenlerimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri doktorumla tartışacağım.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:

Semih ÖZSEVİK 0 362 312 19 19 / 3174

Ertan ERTAŞ 0 362 312 19 19 / 3286

Çalışmaya Katılma Onayı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını bana teslim etmiştir.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Arş. Grv. Dt. Semih ÖZSEVİK ve/veya Doç. Dr. Ertan ERTAŞ

Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

9. ÖZGEÇMİŞ

12 Ekim 1980’de Balıkesir, Bandırma doğumluyum. İlköğrenimimi Bandırma Hürriyet İlköğretim Okulu’nda, orta öğrenimimi Sakarya Arifiye Anadolu Öğretmen Lisesi’nde tamamladım. 1999 yılında İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde başlamış olduğum üniversite eğitimimi 2004 yılında tamamladım. 2006 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Ana Bilim Dalı’nda doktora eğitimime başladım. Halen Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde çalışmaktayım. Evli ve bir çocuk babasıyım. Yabancı dilim İngilizcedir.