



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI



**RADYASYON UYGULAMASININ, KOMPOZİT REZİNLERİN
BAĞLANMA DAYANIMI VE MİKROSIZINTISINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt Adem ÖZELER

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Şeyhmus BAKIR

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DIYARBAKIR

2022



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI



**RADYASYON UYGULAMASININ, KOMPOZİT REZİNLERİN
BAĞLANMA DAYANIMI VE MİKROSIZINTISINA ETKİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt Adem ÖZELER
DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Şeyhmus BAKIR
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

2022

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

BEYAN

Bu tezin bana ait bir çalışma olduğu, tezin başından sonuna kadar tüm aşamalarında etiğe aykırı davranışlarda bulunmadığımı, tezde yer alan tüm bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

.... / / 2022

Adem ÖZELER

TEŞEKKÜR

Uzmanlık süresi boyunca büyük bir sabır ve titizlikle bana her konuda destekolan, her zaman minnet ve saygı ile anacağım çok değerli tez danışmanım, Sayın Doç. Dr. Şeyhmus BAKIR'a,

Bu süreçte tüm bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Elif Pınar BAKIR'a,

Bu süreçte tüm bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ersin UYSAL'a,

Bu süreci beraber göğüslediğim canım eş kıdemlim Dt. Abdurrahman YALÇIN başta olmak üzere uzmanlık sürecinde tanıdığım ve beraber çalışma fırsatı bulduğum tüm asistan arkadaşlarıma,

Her daim yanımda olan candostlarım Dt. Davut GÖKSU ve Dt. Yakup ALTIN'a

Hayatımı borçlu olduğum ninem, annem, babam, kardeşlerim ve kuzenlerime

Kardeşim Taner ve kedim Hera'ya,

SONSUZ TEŞEKKÜR EDERİM

Dt. Adem ÖZELER

İÇİNDEKİLER

ONAY.....	Error! Bookmark not defined.
BEYAN	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
RESİMLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar VE GRAFİKLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ÖZETLER	1
ABSTRACT.....	3
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	5
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1. İyonize Radyasyon	10
2.2. Radyoterapi Sonucunda Ağız İçerisinde Görülen Değişiklikler	11
2.2.1. Oral Mukozit	11
2.2.2. Trismus	12
2.2.3. Osteoradyonekroz.....	13
2.2.4. Tat Duyusunda Değişiklikler	14
2.2.5. Kserostomi (Ağız Kuruluğu)	14
2.2.6. Radyasyonun Dış Dokuları Üzerine Etkileri	15
2.3. Kompozitler	17
2.3.1. Kompozitlerin yapısı	17
2.3.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması.....	18
2.3.2.1. İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflama	18
2.3.2.2. Doldurucu Partiküllerine Göre Sınıflama.....	20
2.3.2.3. Polimerizasyon Şekillerine Göre Sınıflama.....	20
2.3.2.4. Viskozitelerine Göre Sınıflama.....	20
2.3.3. Kompozit Resinlerin Kaviteye Yerleştirilme Teknikleri	21
2.4. Mikrosızıntı Testleri.....	21
2.4.1. Boya Penetrasyon Yöntemi	21
2.4.2. Radyoizotop Yöntemi.....	22
2.4.3. Basınçlı Hava Yöntemi.....	22

2.4.4.	Kimyasal İşaretleyiciler Yöntemi.....	22
2.4.5.	Bakteriyel Mikrosızıntı Yöntemi.....	23
2.4.6.	Taramalı elektron Mikroskop Analiz Yöntemi	23
2.4.7.	İnsan Serum Sızıntı Yöntemi	24
2.4.8.	Elektro-Kimyasal Yöntem	24
2.4.9.	Nötron Aktivasyon Analizi	24
2.5.	Bağlanma Dayanım Testleri.....	24
2.6.	Termal Döngü	25
3.	GEREÇ VE YÖNTEM.....	26
3.1.	Örneklerin Mikrosızıntı İçin Hazırlanması	27
3.2.	Örneklerin Bağlanma Dayanımı İçin Hazırlanması	32
4.	BULGULAR	36
4.1.	Mikrosızıntı Test Sonuçları.....	36
4.2.	Bağlanım Dayanımı Test Sonuçları	40
5.	TARTIŞMA	48
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	60
7.	KAYNAKÇA.....	61
8.	EKLER.....	70
9.	ÖZGEÇMİŞ.....	71
10.	ORJİNALLİK RAPORU.....	72

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Mum bloklara yerleştirilen yirmi yaş dişleri	31
Resim 2. Tomo Therapy ACCURAY® cihazı	32
Resim 3. Mikrosızıntı testi için açılmış MO kavite örnekleri	33
Resim 4. Çalışmada kullanılan kompozit rezin materyalleri ve LED cihazı	35
Resim 5. Mikrosızıntı skor bölgelerinin gösterilmesi	36
Resim 6. Akrilik bloklara gömülerek tüberkülleri sıfırlanan örnekler	37
Resim 7. Lloyd Lrx makaslama bağlanma test cihazı	39
Resim 8. Lloyd Lrx makaslama bağlanma test cihazının verilerin aktarıldığı cihaz.....	39
Resim 9. Kırma aparatının ucu, kompozit rezin örneklerine dik açıyla temas edecek şekilde yerleştirilmesi	40
Resim 10. Stereomikroskop	40
Resim 11. Kontrol grubunda Charisma Classic'a ait gingival kenarda 3 skoru okluzal 1 alan sızıntı görüntüsü	48
Resim 12. Kontrol grubunda Estelite Posterior'a aitgingival kenarda 2 skoru okluzal 0 alan sızıntı görüntüsü.....	48
Resim 13. Radyasyon deney grubundan FiltekZ250'a aitokluzal kenarda 2 skoru alan sızıntı görüntüsü	49
Resim 14. Radyasyongrubunda Estelite Posterior'a aitgingival kenarda 4 skoru alan sızıntı görüntüsü	49
Resim 15. Filtek Z250'in ile restore edilen radyasyon almış grubunSEM görüntüsü	50
Resim 16. Filtek Z250'in ile restore edilen kontrolgrubunSEM görüntüsü	50
Resim 17. Estelite ile restore edilen radyasyon almış grubun SEM görüntüsü	51
Resim 18. Estelite ile restore edilen kontrolgrubunSEM görüntüsü	51
Resim 19. Charisma ile restore edilen radyasyon almış grubun SEM görüntüsü	52
Resim 20. Charisma ile restore edilen kontrol grubun SEM görüntüsü	52

TABLÖLAR VE GRAFİKLER DİZİNİ

TABLÖLAR

Tablo 1. Kompozit rezin türlerinin partikül büyüklükleri ve yüzdeler.....	19
Tablo 2. Mikrosızıntı çalışma grupları.....	33
Tablo 3. Çalışmamızda kullandığımız bonding ajanlar.....	34
Tablo 4. Çalışmamızda kullandığımız restoratif materyaller.....	35
Tablo 5. Elde edilen kesit yüzeylerindeki sızıntı değerleri incelenerek araştırmacı tarafından aşağıdaki skorlamaya göre yapıldı.....	36
Tablo 6. Bağlanma dayanımı çalışma grupları.....	37
Tablo 7. Radyasyon uygulamasının mikrosızıntı skorlarına etkisinin istatistiksel analizi.....	41
Tablo 8. Restoratif materyale göre mikrosızıntı skorlarının istatistiksel analizi.....	42
Tablo 9. Kullanılan restoratif materyalin uygulandığı bölgede radyasyon alıp almamasına göre gerçekleşen mikrosızıntı skorlarının istatistiksel analizi.....	43
Tablo 10. Kontrol grubu ve radyasyon alan grupta test edilen restoratif materyallerin, mikrosızıntının gerçekleştiği bölgeye göre istatistiksel analizi.....	44
Tablo 11. Radyasyon uygulamasının bağlanma dayanımına etkisinin istatistiksel analizi.....	45
Tablo 12. Restoratif materyale göre bağlanma dayanım değerlerinin istatistiksel analizi.....	46
Tablo 13. Kullanılan restoratif materyalin radyasyon alıp almamasına göre bağlanım dayanım skorlarının analizi.....	46
Tablo 14. Materyallerin yüzeyinde gözlenen kırılma tipleri.....	47

GRAFİKLER

Grafik 1. Radyasyon uygulamasının materyallerin sızıntısına etkisinin grafiksel gösterimi.....	41
Grafik 2. Kullanılan restoratif materyalin uygulandığı bölgede radyasyon alıp almamasına göre gerçekleşen mikrosızıntı skorlarının grafiksel gösterimi.....	43
Grafik 3. Radyasyon uygulamasının materyallerin bağlanım dayanımına etkisinin grafiksel gösterimi.....	45
Grafik 4 Kullanılan restoratif materyalin radyasyon alıp almamasına göre bağlanım dayanım skorlarının grafiksel gösterimi.....	46
Grafik 5. Materyallerin yüzeyinde gözlenen kırılma tipleri.....	47

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde işareti
>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
ml	: Mililitre
nm	: Nanometre
Bis-GMA	: Bisfenol-A Glisidil Metakrilat
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
TEGDMA	: Trietilen Glikol Dimetakrilat
HEMA	: Hidroksietil Metakrilat
P	: İstatistiksel anlamlılık
Bulk-fill	: Filtek Bulk Fill kompoziti
LED	: Light-emitting diode
QTH	: Kuartz-tungsten-halojen
Z250	: Filtek Z250 kompoziti
IMRT	: Yoğunluk ayarlı radyoterapi

RADYASYON UYGULAMASININ, KOMPOZİT REZİNLERİN BAĞLANMA DAYANIMI VE MİKROSIZINTISINA ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Dt.Adem ÖZELER

Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Şeyhmus BAKIR

Anabilim Dalı: Restoratif Diş Tedavisi

ÖZETLER

Amaç: Dişlere direkt radyasyon uygulamasının, klinikte kullanılan estetik restoratif materyallerin bağlanma dayanımı ve mikrosızıntısı üzerine etkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda periodontal veya ortodontik nedenlerle çekimine karar verilmiş 120 adet 20 yaş diş kullanıldı. İki gruba bölünen dişlerde; ilk grupta bulunan 60 dişte mikrosızıntı, ikinci gruptaki 60 dişte bağlanma dayanımına bakıldı. Radyasyon uygulanacak deney grubu örneklerine (n=60) günde 2Gy/d haftada 5 gün olmak üzere toplamda 60 Gray radyasyon verildi. Mikrosızıntı değerlerine bakılacak bütün dişlere Class II (mezio-okluzal) kaviteler açıldı. Açılan kaviteler, üç farklı kompozit rezin materyaliyle restore edildi. Elde edilen örneklerden alınan kesitler, stereomikroskop yardımıyla incelendi ve mikrosızıntı değerleri karşılaştırıldı.

Bağlanma dayanımı test edilecek dişlerin tüberkülleri kesilerek fissürleri sıfırlandı. Okluzal yüzeye yerleştirilen teflon kalıpların her birinin içerisine farklı bir kompozit rezin yerleştirilerek polimerize edildi. Radyasyon uygulanan ve uygulanmayan diş dokularına üç farklı kompozit rezinin bağlanma dayanımı, makaslama bağlanma test cihazı yardımıyla değerlendirildi.

Bulgular: Örneklerle radyasyon uygulanması sonrasında hem mikrosızıntı hem de bağlanma dayanımı değerlerinde anlamlı derecede farklılıklar gözlemlendi. Bütün restoratif materyallerde radyasyon uygulanması sonrasında mikrosızıntı değerleri artmakla birlikte; radyasyon uygulanmış deney grubu örnekleri arasında oklüzal bölgede en yüksek mikrosızıntı skoru sergileyen materyalin mikrohürit esaslı Filtek Z250 kompozit rezin olduğu, servikal bölgede ise hürit esaslı Charisma Classic kompozit rezinin belirlendi. En düşük bağlanma dayanımı değerleri hürit esaslı

Charisma Classic kompozit rezinde izlendi. Bununla birlikte en fazla görülen kopma tipinin adeziv kopma olduğu tespit edildi.

Sonuç: Radyasyon uygulaması, estetik restoratif materyallerin mikrosızıntısının artmasına, bağlanma dayanımlarının azalmasına neden olmaktadır. En yüksek bağlanma değeriine sahip olan Filtek Z250 kompozit rezin materyali, en yüksek mikrosızıntı değeriini okluzal bölgede sergiledi.

Anahtar Kelimeler: Radyoterapi, kompozit rezin, mikrosızıntı, bağlanma dayanımı.



EFFECT OF ADDITIONAL POLYMERIZATION PROCESS ON COLOR CHANGE IN COMPOSITE RESINS HOLD IN DIFFERENT SOLUTIONS

Student's Surname and Name: Dt. Adem ÖZELER

Adviser of Thesis: Assist. Prof. Dr. Şeyhmus BAKIR

Department: Restorative Dentistry

ABSTRACT

Aim: To examine the effect of direct radiation to the teeth on the bond strength and microleakage of aesthetic restorative materials used in the clinic.

Materials and Methods: In our study, 120 20-year-old teeth, which were decided to be extracted for periodontal or orthodontic reasons, were used. In teeth divided into two groups; Microleakage in 60 teeth in the first group and bond strength in 60 teeth in the second group were examined. The experimental group samples (n=60) to be irradiated were given a total of 60 Gray radiation, 2Gy/d per day, 5 days a week. Class II (mesio-occlusal) cavities were opened for all teeth to be evaluated for microleakage values. The opened cavities were restored with three different composite resin materials. Sections taken from the obtained samples were examined with the aid of a stereomicroscope and the microleakage values were compared.

The tubercles of the teeth to be tested for bond strength were cut and their fissures were reset. A different composite resin was placed in each of the Teflon molds placed on the occlusal surface and polymerized. The bond strength of three different composite resins to the irradiated and non-irradiated tooth tissues was evaluated with the help of shear bond tester.

Results: Significant differences were observed in both microleakage and bond strength values after irradiation to the samples. Although microleakage values increase after radiation application in all restorative materials; Among the irradiated experimental group samples, it was determined that the material with the highest microleakage score in the occlusal region was the microhybrid-based Filtek Z250 composite resin, and the hybrid-based Charisma Classic composite resin in the cervical region. The lowest bond strength values were observed in hybrid based

Charisma Classic composite resin. However, the most common type of rupture was found to be adhesive rupture.

Conclusion: Radiation application causes the microleakage of aesthetic restorative materials to increase and their bond strength to decrease. Filtek Z250 composite resin material, which has the highest bonding value, exhibited the highest microleakage value in the occlusal region.

Keywords: Radiotherapy, composite resin, microleakage, bond strength.



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Son yıllarda, gerek radyasyona maruz kalma, çevre kirliliği gibi sorunlar gerekse insan vücuduna zararlı olan pek çok maddenin kullanımının artmasıyla kanser vakalarında hızlı bir artış meydana gelmiştir. Hücrelerin yaşam süresi hücre çekirdeğinde bulunan genetik materyalde kodlanmıştır. Oluşan yeni hücre büyüyüp olgunlaşmakta, gelişerek yaşlanmakta ve dokudaki görevinin sonuna gelince yıkıma uğrayarak ortadan kaybolmaktadır. Bunun aksine kanserli hücreler, bu alanın dışına çıkarak ve devamlı bölünerek çoğalmakta, birleşerek tümörleri oluşturmaktadır (1, 2).

Baş-boyun bölgesi kanserleri; ağız boşluğunda, farinkste, larinkste paranazal sinüste, burun boşluğunda ve tükürük bezlerinde ortaya çıkmaktadır. Bu tür kanserlerin tedavisi; kemoterapi, radyoterapi ya da cerrahi yöntemlerle yapılmakta, bu yöntemler ya tek başına veya beraber uygulanmaktadır (3, 4). Baş-boyun bölgesi kanserlerinin tedavisinde önemli yer tutan radyoterapi yöntemi, X ışınlarının bulunmasıyla birlikte kullanılmaya başlamıştır (2, 5). İyonize radyasyon; kanserli hücreleri öldürerek tedavi edici etki sağlıyor olsa da, sağlıklı hücrelerin genetik materyallerine zarar vererek ciddi yan etkilere de sebep olabilmektedir (2, 5). Baş-boyun bölgesine uygulanan radyoterapi işlemi sonucunda; kanserin baş gösterdiği dokularla birlikte orafasiyal dokular, tat tomurcukları, tükürük bezleri, müköz membran, kemik ve dişler de olumsuz etkilenmektedir (2, 5, 6).

Radyasyon, mine ve dentin gibi sert dokulara zarar vererek dişlerin çürüğe karşı dayanıksız olmasına neden olmaktadır. Radyoterapi sonrasında ortaya çıkan hiposalivasyon, yetersiz ağız hijyeni, diyet alışkanlıklarının ve ağız florasının değişmesi gibi durumlar, radyasyon çürüklerinin oluşmasına ortam hazırlamaktadır. Bu çürükler; dişin aproksimali veya okluzal pitlere kıyasla lingual yüzeylerde, insizal kenarlarda ve tüberkül tepelerinde ortaya çıkmaktadır (7).

Radyoterapiye ihtiyaç duyan yüksek risk grubundaki hastalarda, restoratif materyal seçimi oldukça önemli yer tutmaktadır. Bununla birlikte, göz önünde bulundurulacak özelliklerin başında; materyalin yapısal özellikleri ve uygulama yöntemleri gelmektedir. Radyoterapi tedavisi gören hastalarda kullanılabilecek en

uygun restoratif materyalin cam iyonomer siman olduğu kabul edilmesine rağmen, bu tür restorasyonların özellikle ağız kuruluğu yaşıyan hastalarda çatlaklara müsait olduğu görölmüşür (8).

Radyoterapi uygulamasının yan etkisi sonucunda ağız açıklığının sınırlı olması ve oluşan çürüklerin dişin tüm yüzeyine yayılması, kavite preparasyonunu ve restoratif materyalin retansiyonunu güçleştirmektedir. Radyoterapinin restoratif materyallerin klinik başarısı üzerinde nasıl bir etki sergilediğine dair, yeterli bilgi mevcut değildir (7, 9).

Bu çalışmanın amacı; periodontal veya ortodontik nedenlerle çekilmiş yirmi yaş dişlerine radyasyon uygulamasının, farklı içeriklere sahip kompozit rezinlerin bağlanma dayanımı ve mikrosızıntısına etkisinin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

Sağlıklı bir vücuda sahip olmanın yolu, sağlıklı ağız florasından geçmektedir. Basit ve önemsiz gibi görünen bir diş çürüğü, başta dolaşım ve sindirim sistemi olmak üzere birçok sistemik rahatsızlığın nedeni olabilmektedir. Mekanik olarak yeterince temizlenemeyen diş yüzeylerinde biriken bakteriyel plağın yapısına katılan karyojenik mikroorganizmaların, fermente edilebilen karbonhidratları metabolize etmesiyle açığa çıkan asitler mine, dentin ve sement dokularını demineralize ederek çürüğe neden olmaktadır. Bakteri plağı içerisindeki mikroorganizmaların çürük yapabilmesi için; diş dokusuna yapışabilmesi, asit üretebilmesi, asit ortamda canlılığını sürdürebilmesi ve farklı pH'larda çoğalabilmesi gerekmektedir (10-12).

Diş çürüğünün oluşabilmesi için, karyojenik mikroorganizmaların plakta tek başına bulunması yeterli değildir (13). Bakterilerin beslenmesi için, karbonhidratların da mevcut olması gerekmektedir (14). Bireylerin beslenme alışkanlıkları, çürük gelişimi açısından büyük önem taşımaktadır (15, 16). Diş çürüğünün oluşumuna neden olabilecek en tehlikeli karbonhidrat sukrozdur. Çürük oluşumunu ve ilerleme hızını etkileyen faktörler başta şeker tüketim sıklığı ve süresi olmak üzere, dişlerin yüzey yapısı, pozisyonu ve oklüzyonu, tükürüğün akış hızı ve tamponlama kalitesi, hastanın sistemik sağlığı ve bazı çevresel etkenlerdir (12, 17).

Hastanın sistemik sağlık durumu, ağız sağlığını yakından ilgilendirmektedir. Bazı sistemik hastalıklar veya durumlar, diş çürüğü riskini arttırabilmektedir. Bunlar; yaşlılık, sosyo-ekonomik seviyenin düşük olması, kötü yaşam şartları, gebelik, fiziksel ve mental engeller, baş-boyun bölgesine radyoterapi uygulanması, sistemik ilaç kullanımı, ağız kuruluğu, immün sistemin baskılanmış olması, ortodontik tedavi görülmesi veya kötü uyumlandırılmış protezlerdir. Bunların içerisinde en önemli olanlar, ağız kuruluğuna ya da tükürük bezi hipofonksiyonuna sebep olan hastalıklardır (15).

Çürük prevalansı ve insidansı; insanların ekonomik ve sosyal durumu, yaşam koşulları, eğitim seviyeleriyle doğru orantılıdır. Bununla birlikte, dişlerin tüberkül ve fissür şekilleri, minenin yapısı, mine-sement sınırının şekli ve çeşitli nedenlerle açığa çıkan kök yüzeyleri çürük riskini etkileyebilmektedir. Süt veya daimi dentisyonda

anterior veya posterior bölgede görülebilen diş çürükleri etkilenen sert doku tipine göre; mine, dentin veya sement çürükleri olarak sınıflandırılırken lokalizasyonlarına göre; okluzal, ara yüzey, düz yüzey ve kök çürükleri şeklinde gruplandırılmaktadır. Klinik gelişimlerine göre; primer, sekonder veya rezidüel çürük şeklinde isimlendirilirken oluşum sebebine göre; radyasyon çürükleri olarak adlandırılmaktadır (15, 16).

Diş sert dokularıyla ağızdaki tükürük arasında, devamlı bir iyon alışverişi söz konusudur. Ortam'ın pH'sı asidik hale geldiği takdirde diş sert dokularından tükürüğe kalsiyum, fosfat ve karbonat iyonları geçmekte ve demineralizasyon adı verilen olay gerçekleşmektedir. Ortam pH'sının tekrar alkali veya nötr hale gelmesi durumunda ise, tükürükte çözünmüş halde bulunan iyonlar diş sert yüzeylerine tuz kompleksleri şeklinde çökelerek remineralizasyonu sağlamaktadır. Bakteri plağı varlığında bu denge bozularak, demineralizasyon lehine kaymaktadır (18-21).

Demineralizasyonun azalabilmesi için; asit üreten bakteri sayısının, mevcut bakteriler tarafından üretilen asit miktarının ve bunların zararlı etkilerinin azaltılması gerekmektedir. Bununla birlikte tükürükteki fosfat, karbonik asit ve bikarbonatın oluşan asitleri tamponlayarak nötralize etmesive seyreltik hale getirmesi sayesinde demineralizasyonun azalması mümkündür. Remineralizasyonun artması için ise; iyi bir ağız hijyeninin yanı sıra ortamda flor bulunması, tükürük akış miktarının yeterli ve ortam pH'sının alkali olması oldukça önemlidir (21, 22).

Seromüköz yapıdaki tükürüğün büyük bölümü parotis, submandibular ve sublingual tükürük bezlerinden salgılanmaktadır. Bunun dışında minör tükürük bezleri de tükürük yapımına katkıda bulunmaktadır. Ağız içerisinde, 150-350 arasında değişen minör tükürük bezi bulunmaktadır. Bütün bu bezlerden günlük ortama 1000-1500ml tükürük salgılanmaktadır. Uyarılmamış tükürük miktarı dakikada 0,3-0,5ml iken, uyarılmış tükürük miktarı yaklaşık olarak 1-3ml civarındadır (15, 23). Sağlıklı bir ağız yapısına sahip olabilmek için tükürük miktarı normal sınırlarda olmalıdır (24).

Büyük tükürük bezlerinin salgıladığı tükürüğün yapısı ve içeriği birbirinden farklıdır. Parotisten salgılanan seröz tükürük; akışkan, proteinden zayıf, mineral bakımından zengin bir sıvıdır. Submandibular ve sublingual bezlerden salgılanan

tükürük ise; müköz, akışkanlığı daha az, protein içeriği daha fazla, daha yapışkan ve mineral bakımından zayıf bir sıvıdır (16). Tükürüğün fonksiyonları arasında, ağız içerisindeki yıkanması, konuşmaya yardımcı olması, alınan besinlerin ıslatılarak kaygan hale gelmesine ve yutulmasına yardımcı olmasıdır (21).Tükürüğün içeriğindeki alfa-amilaz ve maltaz enzimleri, karbonhidratların sindirimini başlatmaktadır (16, 23).

Tükürük miktarının azalması, diş sağlığını olumsuz etkileyen önemli bir dezavantajdır. Tükürük miktarının azalmasında rol oynayan etkenlerin başında; tükürük bezlerinin yokluğu, anomalisi, enfeksiyonu veya tümörleri, baş-boyun bölgesine radyasyon uygulanması, beslenme bozuklukları (anorexia nervosa), Sjögren Sendromu, Parkinson hastalığı, Sarkoidozis ve Romatoid artrit gibi otoimmün hastalıklar, insüline bağlı diabetes mellitus, hormonal değişiklikler (hipotiroidizm veya menopo), korku, stres veya depresyon, alınan bazı ilaçlar (antidepresanlar, antihistaminikler, antihipertansifler, diüretikler, trankilizanlar veya bazı narkotik ilaçlar) ve yaşlanma gelmektedir. Yaş ilerledikçe, submandibular ve minör tükürük bezi salgılarında azalma görülmektedir (11, 21, 23, 24).

Koruyucu diş hekimliği uygulamalarının temel hedefi, hastaların çürük risk tayinini yaparak, uygun önleyici tedavileri belirlemek ve uygulamaktır. Yüksek diş çürüğü riski taşıyan hastaların, normal bireylerden daha yoğun ve özel tedaviye ihtiyaçları vardır (24). Ağız boşluğunda, farinkste, larinkste paranasal sinüste, burun boşluğunda ve tükürük bezlerinde meydana gelen malign oluşumlar baş-boyun bölgesi kanserleri olarak adlandırılmaktadır. Teşhis edilen tüm malign neoplazi olgularının yaklaşık olarak %6'sı, baş-boyun bölgesinde görülmektedir. Bütün dünyada her yıl yaklaşık 500.000'eyakın baş-boyun bölgesi kanser vakasına rastlanmaktadır. Bu alandaki malign tümörlerin tedavisinde; radyoterapi, kemoterapi veya cerrahi tedavi yöntemlerinden biri veya birkaçı kanserin türüne, bölgesine ve yayılımına göre uygulanmaktadır (11, 25).

Radyoterapi gören hastalar; genellikle karbonhidrat ağırlıklı beslenmeleri, psikolojik çöküntü içerisinde bulunmaları ve radyasyonun direkt etkisinin dişlere verdiği zararlar nedeniyle yüksek çürük risk grubuna girmektedir. Uygulanan radyasyonun etkisiyle ağız kuruluğunda artış görülmekle birlikte, tükürüğün

özelliklerinde de birtakım değişimler meydana gelmektedir. Radyoterapi gören bireyler, mukozada oluşan yangı sebebiyle yeterince beslenememekte ve gerekli ağız bakımını yerine getirememektedir (11, 25, 26).

2.1. İYONİZE RADYASYON

Baş-boyun bölgesi kanserlerinin etkin tedavi yöntemlerinden biri olan radyoterapi, iyonize radyasyon yoluyla kanserli hücreleri tedavi edici özelliğe sahiptir. İyonize radyasyon, gönderildiği bölgede atomlardan elektron kopararak atomların iyonik hale gelmesini ve elektriksel olarak kararsız bir ortam oluşmasını sağlamaktadır. İyonize radyasyon oluşum şekline göre; korpusküler ve elektromanyetik radyasyon olarak iki alt gruba ayrılmaktadır. Kısaca, enerjinin partiküller halinde salınması olarak tarif edilen korpusküler radyasyon; proton, elektron, nötron, alfa ve beta tanecikleri gibi kütleleri olan subatomik partiküller halinde salınmasıdır. Elektromanyetik radyasyon ise, enerjinin elektromanyetik titreşimler halinde salınımıdır. X ışınları yada röntgen ışınları olarak bilinen ışınlar, elektromanyetik radyasyon grubuna girmektedir. Elektromanyetik radyasyon, X-ray ve gama ışınlarının birleşimi sonucu ortaya çıkan fotonlardan oluşmaktadır. Günümüzde radyasyon tedavilerinin çoğunda, fotonlar kullanılmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir (21, 27-30).

Radyasyon hücrelere direkt ve dolaylı olarak iki şekilde etki etmektedir. İyonize radyasyonun direkt etkisi, hücrede çekirdek DNA'nın yapısında bulunan zincirlerde kırıklar meydana getirmesidir. DNA'nın ölümü ya da çoğalma yeteneğinin kaybı, direkt etki sayesinde olmaktadır. 1 Gray'lik (Gy) bir doz DNA'da yaklaşık olarak 2000 tek ve 40 çift sarmal ayırma neden olabilmektedir. (31, 32). İyonize radyasyonun dolaylı etkisi ise, hücre içindeki suyu iyonlaştırarak DNA için toksik olan serbest radikalleri (eksik elektronlu atomlar) oluşturmaktır. Oluşan serbest radikaller eksik olduklarından dolayı, kendilerini tamamlamak isteğiyle hareket ederek DNA'nın zincir yapısına saldırmakta ve bölünme sürecine müdahale ederek kalıcı hasara neden olmaktadır. Hücre içeriğinin büyük bölümünün su olması sebebiyle, radyasyonun dolaylı etkisinin direkt etkisinden daha fazla olduğu gözlenmiştir (31, 32).

DNA içeriğinin mitoz esnasında kopyalanmasından ötürü, yüksek oranda mitotik işlevi olan hücreler radyasyona karşı daha duyarlıdır. Dokular tarafından absorbe edilen radyasyon dozunu ifade etmek için, başlangıçta uluslararası bir birim olan “Rad” (radyasyon absord dozu) ifadesi kullanılmıştır. Son dönemlerde bunun yerine “Gray”terimi kullanılıp kilogram başına 1 joule olarak kayıtlara geçmiştir. Gray’in kısaltması “Gy”dir ve $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ ’dır(33). Baş-boyun bölgesi kanserlerinde verilen tedavi dozu 50-70 Gray arasındadır. Bu doz genellikle günde 2Gy olmak üzere, haftada 5 gün verilmektedir. Tedavi prosedürü, toplamda 5-7 haftalık bir sürede tamamlanmaktadır (33).

İyonize radyasyonda asıl amaç, kanserli hücreleri öldürmektir. Bununla birlikte normal hücreleri öldürebildiği gibi, hücrelerin DNA’sında defektlere, normal işlevlerinin bozulmasına ve ciddi yan etkilerin oluşmasına neden olabilmektedir. Radyoterapiye bağlı olarak gelişen ve en sık görülen yan etkiler; mukozit, kserostomi(ağız kuruluğu), tat alma duyusunda kayıplar, radyasyona bağlı çürükler, trismus ve osteoradyonekroz’dur. Yan etkilerin; radyasyon verilen bölge, toplam radyasyon dozu, hastanın klinik geçmişi ve yaşı ile doğru orantılı olduğu bildirilmiştir (2, 33).

2.2. RADYOTERAPİ SONUCUNDA AĞIZ İÇERİSİNDE GÖRÜLEN DEĞİŞİKLİKLER

2.2.1. Oral Mukozit

Baş-boyun bölgesi radyoterapisinin ilk ve en yaygın komplikasyonudur. Bu hasar, radyasyon tedavisinin erken evresi boyunca hastaların %80-90’ında gelişmekte ve tedavi sonrası 2-3 hafta boyunca devam etmektedir. Oral mukozit, DNA’nın hasarı ve ardından bazal keratinositlerin ölümünden dolayı oral mukozanın iltihaplanmasıdır. Radyasyon tedavisinin sonlanmasına sebep olabilecek yara, yutma zorluğu (disfaji), ağrılı yutkunma ve güçlüklerle konuşma klinik belirtilerle kendini göstermektedir (7, 34).

Bu hastalığın oluşumu 5 aşamayı kapsamaktadır (başlatma, aktivasyon, sinyal yükseltimi, ülserasyon ve iyileşme). Ülserasyon aşaması sırasında, hastalarda daha fazla epitelyal zarara sebep olacak mikroorganizmalar koloniler oluşturmaya

başlamaktadır. DNA radyasyona maruz kalmadığında artık iyileşme aşaması başlar (7, 34, 35).

Radyoterapinin ilk haftası sırasında gelişen oral mukozitin ilk klinik belirtisi, oral mukozanın beyazlamasıdır. Radyoterapinin 3. haftasında hastalarda ikincil enfeksiyona eğilimli olan ülserasyonlar gelişmektedir. Oral mukozitin yoğunluğu radyoterapi ile ilişkili olan birkaç faktöre bağlıdır. Bu faktörler; toplam doz ışınlamayı iyonize etme, fraksiyon boyutu, alan boyutu, fraksiyonun sayısı ve sıklığıdır (35).

Oral mukozit için en çok kullanılan sınıflama, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından klinik görünüm ve semptom derecesine göre yapılan sınıflandırmadır:

- Derece 0 (hiç): klinik belirti yoktur.
- Derece 1 (hafif): ağızda ağrı ve kızarıklık mevcuttur.
- Derece 2 (orta): eritem ve ülserasyonlar mevcuttur, tolere edilebilen katı diyet verilir.
- Derece 3 (şiddetli): oral ülserler mevcuttur, sadece sıvı diyet verilir.
- Derece 4 (yaşamı tehdit eden): oral beslenme imkansızdır.

Baş-boyun bölgesine radyoterapi uygulanan hastalarda, oral mukozitin etkili bir tedavisi yoktur. Tedavisi semptomatik olup; ağrı tedavisi, enfeksiyon önleme ve ağız boşluğunun normal işlevselliğini sürdürmeyi kapsamaktadır (7, 35).

2.2.2. Trismus

Trismus (ağız açıklığının azalması); radyasyonun çiğneme kasları ya da temporomandibular eklem üzerindeki zararlı etkilerinin bir sonucudur. Radyoterapi, çiğneme kaslarında kasılmaya ve kasların fibrozisine neden olarak, ağız açıklığının 35mm'den daha az olmasına yol açmaktadır. Radyoterapinin kesilmesinden 3-6 ay sonra gelişmekte ve çoğu zaman geri dönüşümsüz olmaktadır (34).

Her hastada trismus gelişmemekle birlikte, %5-40 arasında bir prevalans sergilemektedir. Trismusun şiddeti; ışınlama şekline, toplam radyasyon dozuna, tedavi şekline, tümörün yerleşimine ve fiziksel duruma göre değişmektedir. Literatürdeki bilgiler; 60Gy'nin üzerindeki toplam radyasyon dozunun trismus

insidansını %47'ye kadar artırdığını göstermektedir. Ayrıca, IMRT (yoğunluk ayarlı radyoterapi) kullanımı trismus insidansını azaltmaktadır (34).

Trismus gelişimi, yaşam kalitesini olumsuz etkileyerek besin alımı, konuşma ve ağız hijyenini sağlamada zorluklara neden olmaktadır. Trismusun önlenmesi ve tedavisi için pasif ve aktif fizik tedavi yapılabilmektedir (34).

2.2.3. Osteoradyonekroz

Osteoradyonekroz, en ciddi ve geri dönüşü olmayan radyasyon komplikasyonu olup, radyasyon kemik üzerindeki zararlı etkisinin bir sonucudur. Osteoradyonekroz, en az 3 ay iyileşme belirtisi göstermeyen, açıkta kalan kemik alanı olarak kabul edilmektedir. Ancak literatürde evrensel olarak kabul edilmiş bir osteoradyonekroz tanımı yoktur. Bu yüzden çenede osteoradyonekroz prevalansı ve insidansına ait veriler bilinmemektedir. Orofasiyal bölgede lokalize osteoradyonekroz vakalarının üçte ikisi diş çekimi, uyumsuz protez travmaları, biyopsi ve periodontal cerrahi gibi bazı travmatik olaylarla ilişkilidir. Bu nedenle, ışın tedavisi kesildikten sonra diş çekimlerinden kaçınılmalıdır (34, 36).

Gerekli olduğu durumlarda, radyoterapiden en erken 5-6 ay sonra diş çekiminin yapılması önerilmektedir. Radyoterapi sonrası ortaya çıkan ve iyileşme yeteneğini azaltan hipovaskülarizasyona neden olan kan damarlarında iltihaplanma ve tıkanma bir anda gerçekleşmez. Bu dejeneratif oluşumların gelişmesi, en az 5-6 ay gibi bir süre alır. Bu değişiklikler geri döndürülemez ve ilerleyicidir. Olguların üçte birinde osteoradyonekroz kendiliğinden ortaya çıkabilmektedir. Osteoradyonekroz riski; toplam radyasyon dozu (> 65Gy), ışınlanmış kemik hacmi miktarı, ışınlama modu ve ilave kimyasal tedavi ile artmaktadır. Diğer risk faktörleri; kötü ağız hijyeni, yetersiz beslenme, travma, sigara, kontrolsüz diyabet ve alkolizmdir. Orofasiyal bölgede en sık etkilenen kemik mandibuladır (36).

Osteoradyonekrozun subjektif semptomu ağrıdır. Ancak, ilk aşamada tamamen ağrısız da olabilmektedir. Klinik olarak tat değişiklikleri, ağız kokusu, dizestezi (iğnelenme benzeri hisler) ve maruz kalan kemiğin nekrotize bölgelerinde yiyecek birikmesi görülebilmektedir. Tedavi edilmeyen osteoradyonekroz, etkilenen kemik bölgesinde fistül oluşumuna ve patolojik kırıklara yol açabilmektedir.

Osteoradyonekrozun tedavisi; konservatif tedavi, cerrahi debridman ve antibiyotik kullanımına ilave olarak hiperbarik oksijen (HBO) tedavisini içermektedir (36).

2.2.4. Tat Duyusunda Değişiklikler

Radyoterapi sırasında, hastaların çoğunda tam veya kısmi olarak tat kaybı gelişmektedir. Tat duyusu yaklaşık 30Gy'lık 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 etkilenmektedir. Sadece radyoterapi alan hastalarda tat bozukluğu prevalansı %66.5 iken, kemoterapi ile kombine edildiğinde %76'ya kadar çıkmaktadır. Tat alma bozukluğu, 10Gy ve üzeri dozlarda verilen radyasyon etkisiyle tat tomurcuklarının hasar görmesiyle oluşmaktadır (34).

Tükürük akışındaki ve bileşimindeki değişiklikler yüzünden de tat bozukluğu meydana gelmektedir. Bununla birlikte, hastaların çoğu tat bozukluğunun orta düzeyde olduğunu belirtmektedir. Çoğunlukla, radyoterapi kesildikten sonra 2-6 ay içerisinde normale dönmekte, bu nedenle tedavi gerektirmemektedir. Hastaların yaklaşık %15'inde tat bozukluğu 5-7 yıl sürebilmektedir. Bugüne kadar, bu konuda önerilen önleyici ve tedavi edici faaliyetler bulunmamaktadır. Radyoterapi sonrası oluşan tat bozukluğu tedavisi için; Amifostin, çinko, glukonat ve diyet önerilmektedir (36).

2.2.5. Kserostomi (Ağız Kuruluğu)

Radyoterapinin erken evresinde gelişen, en zor ve en yaygın oral sorunudur. Radyasyonun tükürük bezi üzerindeki hasarı geri dönüşümsüz olduğunda, kronik hale gelir. Tükürük bezi fonksiyonu eksikliğinde; diş çürükleri, oral enfeksiyonlar, disguzi, disfagi gibi diğer komplikasyonlara zemin hazırlamaktadır. Sonuç olarak, tükürük miktarında azalma ve salya kompozisyonunda değişme görülmektedir. Farklı tükürük iyonlarının konsantrasyonu artmaktadır. Bikarbonat iyonunun azalması, asiditenin artmasına ve tükürük tamponlama kapasitesinin düşmesine sebep olmaktadır (34).

Parotis bezleri çoğunlukla uyarılmış sulu tükürük üretmektedir. Parotisin seröz asiner hücreleri submandibular ve sublingual bezlerin mukus hücrelerinden daha

radjosensitiftir. Kserostomi gelişiminde ana etiyolojik faktör, parotis bezlerinin ışınlaması ve bu bezlere gelen toplam ışınlama dozudur. Genellikle baş-boyun tümörlerinin tedavisinde verilen radyasyon dozu (40Gy) ile ağız kuruluğu görülmeye başlar. Toplam dozun 60Gy'den fazla olması durumunda, kronikleşbilmektedir. Bu durumda tükürük üretimi %80'e varan oranda azalmaktadır. Yoğunluk ayarlı radyasyon tedavisinin kullanımının tükürük bezlerine verilen radyasyon dozunu ve kserostomi semptomlarını azaltabileceği gösterilmiştir. Tükürükteki değişiklikler yaşam kalitesini ciddi şekilde etkilemektedir. Radyoterapi sırasında tükürük bezlerinin korunması uzun süreli tükürük bezi hipofonksiyonunu azaltabilmektedir. Tedavi seçenekleri, esas olarak karboksimetil selüloza dayalı tükürük içeriklerinin kullanımını gerektirmektedir (36).

2.2.6. Radyasyonun Diş Dokuları Üzerine Etkileri

Mine dokusu; %95 inorganik, %1 organik yapı ve %4 su içermektedir. Altındaki dentin dokusu ise; %70 inorganik, %20 organik yapı ve %10 sudan oluşmaktadır. Radyoterapi amacıyla uygulanan radyasyon, dişlerin organik bileşenlerine özellikle de kolajen fibrillerine zarar vermektedir (36).

Minenin organik matriksindeki kollajen ile apatit kristallerindeki fosfat grupları arasında elektrostatik bağlar mevcuttur. Radyasyon uygulaması sonucu, bu bağlarda kopmalar meydana gelmekte ve hidroksiapatit kristallerinde mikrokırıklar oluşmaktadır. Bununla birlikte, radyasyonun direkt etkisiyle; prizmaların yapısındaki sodyum, karbonat ve magnezyum gibi minerallerde çözümler yaşanmaktadır. Böylece, diş minesinin asit ataklarına karşı direnci azalmaktadır (37, 38).

Dentin dokusu, mineye oranla daha fazla organik madde içermektedir. Dentin tübüllerinin etrafında çok iyi mineralize olmuş peritübüler dentin bulunur. Tübüller arasında ise, apatit kristalleriyle güçlendirilmiş tip I kollajen bulunmaktadır. Hydroxylslyl pyridinoline (HP) ve Lysyl pyridinoline (LP) olgun kollajenin çözünmez iki çapraz bağıdır. Olgunlaşmasını tamamlamış bütün canlı dokularda HP bulmasına karşın, LP özellikle kemik ve dentinde bulunmaktadır. Radyoterapinin etkisi sonucunda, LP ve HP konsantrasyonlarında büyük oranda azalmalar meydana gelmekte, bunun sonucunda kollajen miktarı azalmaktadır. Direkt radyasyon etkisiyle intertübüller dentindeki kollajen ile apatit kristallerinin birleşimi

etkilenmekte ve hidroksiapatit yapıda mikrokırıklar oluşmaktadır. Direkt radyasyona maruz kalan organik matrisin denaturasyonu sonucunda, mine dentin birleşimi etkilenmekte ve dentin dayanıklılığı azalmaktadır (38).

Pulpanın, dentin dokusunun su dengesi ve odontoblastik aktivitesinde rolü oldukça önemlidir. Pulpanın nekroz olması durumunda bu görevini yerine getirememesi sebebiyle diş dokusunun kırılabilirliği artmaktadır. Radyasyon, vital dişlerin pulpasında vaskülarizasyonda azalmaya ve dolaşımın bozukluğuna neden olmaktadır. Hipovaskülarizasyonla beraber fibrozis, kalsikasyon ve hiyalinizasyonlar görülmektedir. Odontoblastik metabolizmada ortaya çıkan bu değişimler, tübüllerde ve dentin yapısında bozulmalarla sonuçlanmaktadır. Bunun yanında dişin fiziksel özellikleri etkilenmekte ve radyasyon çürükleri oluşmaya başlamaktadır (3, 38). Radyoterapiden 2-6 ay sonra oluşmaya başlayan radyasyon çürükleri hızla ilerler. Ağızdaki tüm dişlerin yıkıma uğraması, 3-5 yıl kadar sürer (39).

Radyasyon çürükleri; tükürüğün hipofonksiyonu, tükürük bileşimindeki değişiklikler ve asidojenik bakteri (*S. mutans*, *Lactobacillus* sp. ve *Candida* sp.) sayısındaki artışın bir sonucudur. Ortam pH'sının düşüşün ve asidojenik bakteri sayısındaki artışın ardından salgılanan tükürük kalın, yapışkan ve vizkozudur. Bu değişiklikler, diş çürüğü ve oral enfeksiyon oluşma riskini artırmaktadır. Dişlerin radyasyon alanı içerisinde kalması durumunda radyasyon dozuna bağlı olarak, dişin sert dokusu üzerinde de doğrudan zararlı etkiler görülmektedir. 60Gy'den daha yüksek dozlar dişlerin kırılma riskini 10 kat artırır. 30Gy'den düşük dozlar ise, dişin sert dokusu üzerinde minimum zararlı etkiye neden olmaktadır. Radyasyon çürüğü lezyonları, genellikle servikal bölgede bulunur ve en çok etkilenen dişler mandibuler kesicilerdir. Bu çürük lezyonları hızla ilerler, fakat ağrısızdır (7).

Normal diş çürüğü daha çok fissürler veya dental plağın tutunmasının uygun olduğu yerlerde başlarken, radyasyon çürükleri daha çok kole bölgesine yakın bukkal yüzde görülür. Çürüğün rengi, kahverengiden siyaha kadar değişmektedir. Minenin tüberkül tepelerinde ve insial kenarlarında bile oluşabilmektedir. Normal çürüklerden önemli bir farkı, her tarafa yayılabilesidir (7).

Radyasyon çürüğü çok etkenli ve kompleks bir çürük tipidir. Tükürüğün miktarı ve tamponlama kapasitesindeki azalma ve kompozisyonundaki değişimler, ağız hijyeninin sağlanmasındaki zorluklar, karyojenik mikroorganizmaların ortama hakim oluşları ve karyojenik diyet ile beslenme çürük riskini ciddi şekilde arttırmaktadır. Bu nedenle, özellikle açığa çıkmış kök yüzeylerine dikkat edilmelidir (40). Kök yüzeylerinde demineralizasyonun başlaması için, pH'nın 6,7 civarında olması yeterlidir. Radyoterapi nedeniyle tükürük pH'sının düşmesi, kök yüzeylerinde çürük lezyonlarının başlamasına ve hızla ilerlemesine neden olmaktadır. Pulpada kanlanmanın azalmasına ve atrofiye bağlı olarak ağrı azalmaktadır. Dış tedavi edilemez hale gelinceye kadar, hastalar tedavi arayışına girmez veya kliniklere başvuramazlar (7, 40).

Radyasyon çürükleri farklı 3 şekilde görülmektedir:

Tip 1; dişin mine sement birleşim bölgesinde olup, dişi çepeçevre sarmakta ve genellikle kronun kaybına neden olmaktadır.

Tip 2; dişin bütün yüzeylerini sarmaktadır.

Tip 3 ise; diğerlerine göre daha az rastlanmakta olup, dentinde koyu kahverengi/siyah renk değişikliğine neden olmaktadır (41).

2.3. KOMPOZİT REZİNLER

2.3.1. Kompozit Resinlerin Yapısı

Organik yapı: Kompozit rezilerin kimyasal olarak aktive olan kısmıdır. Polimerizasyon tepkimesinden sonra rijit bir polimere dönüşmektedir. Yapısında bulunan monomerlerin polimerize olması sonucu gerçekleşen polimerizasyon büzülmesi, materyalin klinik başarısı üzerinde önemli rol oynamaktadır. Organik matrik yapısında en çok bulunan monomer BİSGMA olmakla birlikte, rezin yapısına farklı özellikler kazandırmak için birçok monomer çeşidi ilave edilmektedir. Adezyonu sağlamak ve renk stabilitesini daha dirençli hale getirmek için ürethan dimetakrilat (UDMA), vizközite ve akışkanlığı kontrol etmek için trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), metil metakrilat (MMA), etilen glikol dimetakrilat (EDMA), ürethan tetra metakrilat (UTMA) gibi monomerler eklenmektedir (42-44).

İnorganik yapı: Kompozit rezinlerin yapısına ilave edilen inorganik doldurucular, polimerizasyon büzülmesinin kontrol edilmesinde ve fiziksel özelliklerinin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Silika, yitrium cam, kuartz, boraksilat cam, lityum, 5 zirkonyum oksit, stronsiyum, stronsiyum aliminyum silikat gibi inorganik doldurucular, organik matriksin için dağılmış halde bulunurlar (12, 42, 44).

Bağlayıcı faz: Organik ile inorganik matriks arasında güçlü, sıkı bir bağlanma olmasını sağlayan ara fazdır. Silanla beraber kompozit rezinlerin yapısına 3-metakriloksipropil trimetoksisilan ilave edilmektedir (42, 43).

Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem: Kompozit rezinler, kimyasal veya ışıkla polimerizasyon reaksiyonu sonrasında rijit bir yapıya sahip olabilmektedir. Işıkla polimerizasyon, görülebilir mavi ışığın materyal içerisinde bulunan foto başlatıcılar tarafından emilmesiyle gerçekleşir. Foto-başlatıcı olarak en sık kullanılan materyal kamforokinon olup, materyalin içerisine %0,2-1 oranında ilave edilmektedir (42, 43).

2.3.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması

Kompozit resinlerde günümüze kadar birçok sınıflandırma yapılmıştır. Bunlar arasında en sık kullanılanı, materyalin içeriğinde bulunan inorganik doldurucu partiküllerinin büyüklüğü ve oranlarına göre yapılan sınıflandırmadır. (Tablo 1).

Tablo 1. Kompozit resinlerin içerdiği partiküllerin büyüklüğü ve yüzdeleri

Kompozit Türü	Partikül Büyüklüğü (�m)	Partikül Yüzdesi(%)
Megafil	50-100	-
Makrofil	10-100	70-80
Midifil	1-10	70-80
Minifil	0,1-1	75-80
Mikrofil	0,01-0,1	35-60
Hibrit	0,04-1	75-80
Nanofil	0,005-0,01	85-90

2.3.2.1. İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflama

Megafil kompozitler: 50-100 m çapında partikül büyüklüğüne sahip kompozitlerdir. Sahip oldukları büyük partiküller sayesinde, oklüzal kuvvetlere direnç gösterebilmektedirler. Bu nedenle, posterior bölgede kullanılmaları tavsiye edilmektedir (45, 46).

Makrofil kompozitler: 5-75µm çapında partiküller içermektedir. Partikül boyutunun büyük olması nedeniyle, parlatma ve cilalama aşamalarının istenilen düzeyde olmaması dezavantaj oluşturmaktadır. Oklüzal kuvvetler karşısında dayanıklı olmadıkları için, arka grup dişlerde kullanılmaları önerilmemektedir (46).

Midifil kompozitler: Geleneksel kompozit rezinler olarak adlandırılmaktadırlar. Makrofill kompozitlere kıyasla daha düşük aşınma direnci gösterirler. Ancak, renk stabilizasyonunun yetersiz olması nedeniyle fazla kullanılmamaktadırlar (46).

Minifil kompozitler: 0,1-1µm çapında partikül boyutuna sahip olup, %70-85 oranında doldurucu içermektedirler. Üstün estetik özelliklere sahip olmalarına rağmen, oklüzal kuvvetlere karşı dayanıksızdırlar (46).

Mikrofil kompozitler: 0,03-0,05µm çapında partikül boyutuna sahip olan bu kompozitler, cilalanabilir kompozitler olarak da adlandırılırlar. İçeriğinde bulunan inorganik doldurucular ve organik matriksin aşınma direnci birbirine çok yakın olduğu için, çok iyi parlatılabilirler. %40-50 oranında doldurucu içeriğine sahip oldukları için oklüzal kuvvetlerin yoğun olduğu bölgelerde kullanılmaları önerilmemektedir (45, 46).

Nanofil kompozitler: 100nm veya daha küçük çapta inorganik partiküller içermektedir. Nano boyutlarda partiküllere sahip olmaları, özellikle ön bölgede üstün estetik özellikler göstermelerini sağlamıştır. Bununla birlikte nano-partiküller materyalin içeriğindeki doldurucu oranının da arttırılmasına imkan sağlamış, polimerizasyon büzülme oranını düşürmüştür (46-48).

Hibrit kompozitler: 0,1-3µm aralığında farklı çaplarda partiküller içermeleri nedeniyle, hibrit kompozitler olarak adlandırılmaktadırlar. Hem makrofil hem de mikrofil kompozitlerin sahip oldukları avantajları birleştirerek daha üstün özellikte kompozit rezinler elde edilmeye çalışılmıştır. Polimerizasyon büzülme oranının düşük olması, renk seçeneklerinin geniş olması ve oklüzal kuvvetlere karşı yüksek direnç göstermeleri başlıca avantajlarıdır (45, 46).

2.3.2.2. Doldurucu Partiküllerine Göre Sınıflandırılması

- Homojen kompozitler,
- Hibrit kompozitler
- Heterojen kompozitler (12).

2.3.2.3. Polimerizasyon Şekillerine Göre Sınıflama

Kimyasal yolla polimerize olan kompozit rezinler: Pat ve likit içeriği farklı tüplerde olan kompozit rezinlerdir. Otopolimerizan kompozitler olarak da adlandırılmaktadır. Patlardan birinde polimerizasyonu başlatmak için benzoil peroksit, diğerinde ise polimerizasyonu aktifleştirmek için tersiyer amin bulunmaktadır. Polimerizasyon büzülmesinin fazla olması, tepkimenin hekim kontrolünde olmaması ve materyalin zamanla renk değişimine uğraması bu kompozitlerin kullanımını sınırlandırmaktadır (12, 49).

Işıklı polimerize olan kompozit rezinler: 420-470 nanometre (nm) dalga boyunda görünür mavi ışık ile polimerize olmaktadırlar. Polimerizasyon reaksiyonun başlatılması için kompozit rezinlerin yapısına 400-470nm dalga boyundaki ışığa duyarlı kamforokinon ilave edilmektedir. Polimerizasyon reaksiyonun başlatılması tamamen hekim kontrolünde olduğu için, günümüzde en sık kullanılan kompozit rezinlerdir (48, 50).

Hem kimyasal yolla hem de ışık ile polimerize olan kompozit rezinler: Polimerizasyon reaksiyonu ışık ile başlatılan ve kimyasal olarak polimerize olmaya devam eden kompozit rezinlerdir. Yapısında hem ışığa duyarlı başlatıcılar, hem de kimyasal katalizörler bir arada bulunmaktadır (48, 50).

2.3.2.4. Viskozitelerine Göre Sınıflama

Kondanse edilen kompozit rezinler: Sahip oldukları üstün fiziksel ve mekanik özellikler nedeniyle, özellikle amalgam dolgulara alternatif olarak üretilmişlerdir. Oldukça visküz yapıda olan bu kompozit rezinler, %80'den fazla doldurucu içermektedir. Özellikle okluzal basıncın fazla olduğu posterior bölgede kullanılmaktadırlar (48, 51).

Akışkan kompozit rezinler: Doldurucu oranlarının azaltılmasıyla, konvansiyonel kompozitlere göre daha akışkan kıvamda üretilen hibrit yapıdaki

kompozit rezinlerdir. Kavite duvarlarına adaptasyon kabiliyetleri yüksektir (51). Doldurucu içeriğinin düşürülmesi; aşınma direncinin düşük olması, renk stabilitesinin yetersiz olması ve yüksek oranda polimerizasyon büzülmesi göstermesi gibi dezavantajları ortaya çıkarmıştır (48).

2.3.3. Kompozit Resinlerin Kaviteye Yerleştirilme Teknikleri

Polimerizasyon reaksiyonu ışıqla başlayan kompozit rezinler, açılan kaviteye uygun kama ve matriks yerleştirilmesinin ardından şırınga veya el aletlerinin yardımıyla kaviteye konur (48). Materyalin kaviteye maksimum 2mm kalınlığı geçmeyecek şekilde tabaka tabaka yerleştirilmesine inkremental teknik adı verilmektedir (51). Bu yöntem, ışığın daha iyi penetre olmasını ve dolayısıyla materyalin daha iyi bir şekilde polimerize olmasını sağlar. Tabakalama tekniğinin kullanılması; C faktörünü (konfigürasyon faktörünü), kaspal defleksiyonu ve polimerizasyon büzülme stresini azaltması ve buna bağılı olarak bağlanmada yaşanabilecek bir başarısızlık oranını azaltması gibi pek çok avantajı beraberinde getirmektedir (48, 52). Fakat, tabakalar arasında oluşabilecek boşluklar, başarısızlık nedeni sayılabilir. Günümüzde, materyalin kaviteye bir bütün olarak yerleştirebildiği bulk fill kompozitler hayatımıza girmiştir (51).

2.4. MİKROSIZINTI TESTLERİ

Restoratif materyallerin başarısında önemli bir ölçüt olan, diş ile restorasyon arasındaki mikrosızıntının değerlendirilmesi için çok sayıda araştırma yapılmıştır (53). Bu araştırmalarda mikrosızıntı miktarını tespit etmek amacıyla birçok yöntem kullanımasına rağmen, en sık kullanılan teknik boya penetrasyonu yöntemi olmuştur (54). Boya penetrasyon yöntemi; uygulanmasının kolay ve ucuz olmasının yanı sıra güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir (55).

2.4.1. Boya penetrasyon yöntemi

Mikrosızıntının tespiti için özel boyaların kullanıldığı en eski yöntemlerden biridir (55). En çok kullanılan boyalar; floresan (%2-20), toluidin mavisi (0.25), metilen mavisi (%0.2-2), kristal viyole (%0.05), anilin mavisi (%2), eritrosin (%2), bazik fuksin (%0.5-2), gümüş nitrat (%50) ve Rodamin B (%0.2)'dir (55, 56).

Boyama tekniğinde dişin inceleme yapılacak yüzeyi hariç, tüm yüzeyler tırnak cilası veya izolasyonu sağlayacak benzer bir materyal ile kapatılmaktadır. Örnekler, kullanılan solüsyonun türü ve yoğunluğuna bağlı olarak değişen sürelerde oda sıcaklığında bekletilmektedir. Sonraki süreçte dişler su altında yeterli miktarda yıkanarak, izolasyon materyallerinin tamamen çıkarılmasının ardından kesit alma, volümetrik ölçüm veya şeffaflaştırma yöntemlerinden biri kullanılarak ölçüm yapılmaktadır (56, 57). Boyama yöntemlerinin sahip olduğu avantajlar; kimyasal reaksiyona ve radyasyona gerek duyulmaması, boyaların ucuz olması, kolay olması, direkt ve hızlı ölçüm yapılabilmesidir. Dezavantajları ise; üç boyutlu mikrosızıntının sadece iki boyutta incelenebilmesi ve sızıntının yoğunluğundaki farklılıkların incelenememesidir (55, 57, 58).

2.4.2. Radyoizotop yöntemi

Radyoizotopların restoratif materyal ile diş dokusu arasındaki sızıntısını çeken radyografilerle gösteren bu yöntemde; Ca45, S35, Na22, Rb86, C14 ve P32 gibi izotopların kullanımı tercih edilmektedir. İncelenecek dişler, tercih edilen sürede izotop solüsyonuna daldırılmaktadır. İşlem sonrası solüsyondan çıkarılan örnekler, uzun süre yıkamaya tabi tutulup ardından kesitler alınmakta ve kesilen yüzeyler bir fotoğraf filmine aktarılmaktadır. Sonuçlanan radyografiler, restorasyon ile kavite duvarı arasına penetre olan herhangi bir radyoaktif izotopun varlığını ve lokalizasyonunu göstermektedir (58).

2.4.3. Basınçlı hava yöntemi

Bu yöntemde, kök kanalından pulpa odasına doğru basınçlı hava verilmektedir. Kaybolan basıncın ölçülmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, örnekler su altına yerleştirilmiştir (58). Diş dokusu ile restorasyon arasındaki hava kabarcığının mikroskop altında incelenmesi esasına dayanır. Örneklerle zarar gelmemesi bir avantaj iken, kliniğe yansıtılamaması en büyük dezavantajıdır (55)

2.4.4. Kimyasal işaretleyiciler yöntemi

Bu yöntemde iki renksiz kimyasal ajanın reaksiyona girmesi sonucu opak bir görünüm elde edilmektedir. Fotoğraflamada işaretleyici olarak en sık kullanılan kimyasallar gümüş nitrat tuzu ve gümüş tuzlarıdır. Subjektif bir yorumlama gerektirmesi, bu tekniğin en büyük dezavantajları arasında yer almaktadır (58).

2.4.5. Bakteriyel mikrosızıntı yöntemi

Restorasyon kenarlarında meydana gelen mikrosızıntı nedeniyle, diş dokusuna ulaşan bakteri toksinlerinin ve diğer bakteriyel ürünlerin incelenmesini sağlayan bir yöntemdir. Diş çürüklerine neden olan mikroorganizmaların kullanılması sebebiyle kliniğe daha yakın bir tekniktir (58). Bu yöntemde, belli bir bakterinin ürettiği beslendiği besiyeri dikkate alınmaktadır. Bakteriyel mikrosızıntı yönteminde örnekler, gram negatif ve gram pozitif bakterilerin yer aldığı kültür ortamında bekletilir. İnkübasyon süresini bitiminde besi ortamındaki işaretleyici solüsyonda meydana gelen renk değişimine bakılarak, sızıntı oluşumu tespit edilir. Yöntemin en önemli dezavantajı; bakteriyel mikrosızıntı için kavite duvarlarıyla restorasyon materyali arasındaki açıklığın (0,5-10µm) ölçülememesidir (59).

2.4.6. Taramalı elektron mikroskop analiz yöntemi (SEM)

SEM cihazıyla, restorasyon ve diş arasında meydana gelen bağlantıda iki yüzey arasında oluşan mesafe ölçülebilmekte, bununla birlikte restoratif maddelerin özellikleri de tanımlanabilmektedir. Boyama yönteminde kullanılan boyalardan herhangi birisiyle mikrosızıntı belirlenmektedir (58). Bu yöntemde, direkt uygulama ve replika olarak bilinen iki farklı teknik kullanılmaktadır. Direkt teknik sayesinde, kavite duvarları ve restorasyon materyali arasındaki ilişkinin in-vitro incelemesi yapılabilmektedir. Bununla birlikte, örneklerin hazırlanma sürecinde vakum altında dehidratasyona uğraması ve mikroskop haznesi içerisinde meydana gelen yüksek vakumun diş yüzeyi ve restoratif materyal arasındaki bağlantı yüzeyinde bozulmalara sebep olabileceği belirtilmiştir. Ağız içinde, diş üzerinde hazırlanan restorasyonlardan oluşturulan örneklerin kenar aralıklarında meydana gelebilecek farklılıkların mikroskop altında incelenerek tespit edilmesini sağlayan diğer teknik ise, replika olarak adlandırılmaktadır (59).

Konfokal lazer tarama elektron mikroskobu (CLSM) ile değerlendirme yapılırken, floresan boyalar (Rhodamin) kullanılarak ölçüm yapılmaktadır. Lazer tarama elektron mikroskobunda tarama işlemi, elektron mikroskobundan farklı olarak ıslak olan örneklerin incelenebilmesi de mümkün kılmaktadır. Bu teknik 100 nanometreden küçük alt yüzey düzlemlerin tomografik olarak incelenmesine imkan

sağlamaktadır. Mikroskobun objektif lensiyle tarama yapılacak yüzey arasında özel bir daldırma likiti kullanılmaktadır (59).

2.4.7. İnsan serum sızıntı yöntemi

Foramen apikale dışında kalan tüm diş yüzeylerinin kapatılıp, kök kanallarının apikal üçte birlik kısımlarının doldurulduğu yöntemdir. Tüm kök kanallarına radyoaktif C insan serum albümin enjeksiyonu yapılarak uygulanmaktadır. Dişin apikali serum içine batırılır. Belirli süre sonunda kaptaki solüsyonun 5ml'si alınıp beta spektrometresinde oluşan sızıntı miktarı ölçülerek değerlendirme yapılır (58).

2.4.8. Elektro-kimyasal yöntem

Kök kanalındaki mikrosızıntı değerlerinin ölçümünde kullanılan bu yöntem, diş dokularında harabiyete neden olması nedeniyle klinik koşullarda kullanılamamaktadır (58).

2.4.9. Nötron aktivasyon analizi

Kimyasal işaretleyici olarak manganezin kullanıldığı bir yöntemdir. Bu teknikte restorasyon örnekleri nükleer reaktörün çekirdeğine konulup, Mn^{56} ile bombardımana tutulmakta, böylece dişlerin aldığı mangan miktarları belirlenerek ölçüm yapılmaktadır (59). Tekniğin pahalı ve karmaşık olması, ayrıca dişin hangi bölgesinde veya restorasyonda hangi noktadan sızıntının olduğunun tespit edilememesi bu tekniğin kullanımını sınırlandırmıştır (58).

2.5. BAĞLANMA DAYANIM TESTLERİ

Bağlanma dayanımı, laboratuvar yöntemleriyle veya bağ dayanıklılığı ve klinik performansın değerlendirilmesiyle ölçülebilmektedir. Statik ve dinamik testler olmak üzere iki farklı yöntemle incelenmektedir (60). Statik testlerde kullanılan örnekler sabitlenerek kuvvet uygulanırken, dinamik testlerde kullanılan örnekler dinamik vaziyettedir (61). Statik testler, bağlandıkları yerin büyüklüğüne göre makro ve mikro testler şeklinde ikiye ayrılmaktadır. 3 mm'den daha büyük bir bağlanma alanı olan makro bağ gücü testi; “kesme”, “çekme” veya “dışarı itme” protokolleri kullanılarak ölçülebilmektedir. Mikro bağ testinde ise, test edilen bağlanma alanı yaklaşık 1mm²'den çok daha küçüktür (60-64).

Makro statik testler; kesme, çekme ve dışarı itme test yöntemleri şeklinde sınıflandırılmaktadır. Kesme (Shear) testi; yeni yapıştırıcı formülasyonları yapıştırma etkinliklerine göre taramayı amaçlayan ve sık kullanılan bir testtir (62, 63). Bu yöntemde, bir malzemenin kesme yükleme modunda kırılmadan önce kaldırabileceği maksimum stres tanımlanmaktadır (61). Bir kesme bağlanma dayanım testinde, diş ile restoratif materyal bir siman yardımıyla birleştirilmekte ve kırılma meydana gelene kadar makaslama ile yüklenilmektedir (60). Kolay ve hızlı bir yöntemdir.

Daha az sıklıkla kullanılan çekme testleri, seramik esaslı ve metal alaşım gibi sert malzemelere bağlanma dayanımını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (62, 63). Dışarı itme testi ise; adeziv-dentin bağlarının yorulma direncini dinamik olarak test etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, kök kanal patlarının adezyonunu ve kök kanallarına yapıştırılan postların retansiyonunu test etmede oldukça faydalıdır (60, 62). Örneklerin hazırlanması zahmetli olan, zaman alıcı bir yöntemdir (64).

Dinamik testler (yorgunluk testleri) ise; daha fazla emek ve zaman gerektirmesi nedeniyle son yıllarda fazla tercih edilmemektedir (61). Diş minesine bağlanmanın değerlendirilmesi çok daha zor olduğundan, bu testler genellikle dentine uygulanmaktadır (64).

2.6. TERMAL DÖNGÜ

Örneklerin ağız ortamındaki ısı değişimlerinin in-vitro şartlarda örneklerle uygulanmasıdır. Termal döngü test çalışmalarında kullanılan banyo sıcaklık değerlerinin alt sınırı 2-20°C arasında değişirken, üst sınır 45-65°C değerleri arasında yer almaktadır. Çalışmalarda, termal siklus sayısı 1-100.000 arasında değişkenlik göstermektedir. Genel olarak termal döngü test sisteminde alt ve üst sıcaklık değerleri 5-55°C olarak ve döngü sayısı 400 olarak belirlenmiştir (65).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda test örneklerini oluşturmak amacıyla; Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesine başvuran ve çeşitli nedenlerle çekim endikasyonu konulmuş, çatlak-kırık ve kök rezorbsiyonu içermeyen, çürüksüz ve restorasyonsuz kök ucu oluşumu tamamlanmış yirmi yaş dişleri kullanıldı. Hastalardan yazılı onam alınmasını takiben, çekilen toplam 120 adet sağlam yirmi yaş dişi kullanıldı. Çalışma planlandıktan sonra, test örneklerinin hazırlanması öncesi Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yerel Etik Kurulu'ndan onay alındı (Ek-1).

Çekimi yapılan dişlerin yüzeyindeki diştaşı ve diğer eklentiler, periodontal el aletleriyle temizlendi. Tüm dişler çalışma başlatılıncaya kadar, 37°C'de etüvde distile su içerisinde bekletildi. Çalışmada kullanılacak 120 adet diş; yarısı mikrosızıntı çalışmasında diğer yarısı ise bağlanma dayanımı çalışmasında kullanılmak üzere, rastgele iki gruba ayrıldı. Mikrosızıntı testinde kullanılması düşünülen dişlerin 30 tanesinin radyasyon uygulanacak grup (Grup 1), kalan 30 tanesinin ise kontrol grubu (Grup 2) olmasına karar verildi. Bağlantı dayanımı testi için kullanılacak dişlerin 30 tanesinin radyasyon uygulanacak grup (Grup 3), kalan 30 tanesinin ise kontrol grubu (Grup 4) olmasına karar verildi. Her bir gruptaki 30 adet diş, kron bölümleri dışarıda kalacak şekilde servikal bitim çizgisinin biraz altından mum bloklar içerisine yerleştirildi (Resim 1).



Resim 1. Mum bloklara yerleştirilen yirmi yaş dişleri.

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda Co-60 fotonları (Tomo, Therapy ACCURAY®) kullanılarak, radyasyon uygulanacak örneklerle günde 2Gy (200 rad) haftada ise 5gün olmak üzere, 6 hafta boyunca toplamda 60Gy (6000 rad) radyasyon (baş ve boyun bölgesine uygulanan radyoterapinin normal prosedürü) uygulandı (Resim 2).Radyasyon gören dişler, araştırmanın bitimini takiben tıbbi atık olarak imha edilmek üzere ilgili kuruluşlara gönderildi. Bu süre zarfında, kontrol grubundaki dişlerin 37°C'de etüvde distile su içerisinde bekletilmesine devam edildi.



Resim 2. Tomo Therapy ACCURAY® cihazı.

3.1. Örneklerin Mikrosızıntı İçin Hazırlanması

Radyasyon uygulama prosedürlerinin tamamlanmasının ardından, mikrosızıntının test edileceği Grup 1 ve 2'deki örnekleretek bir hekim tarafından su soğutması altında, aerotor ile yeşil kuşaklı elmas rond ve fissür frezler standart MO (mezio-okluzal) kaviteler açıldı. Bu kavitelerin; kavite genişliği bukko-lingual yönde 4mm, gingival basamak derinliği mezio-distal yönde 2mm, kavite tabanı seviyesi mine-sement sınırının 1mm üstü olacak şekilde yapıldı (Resim 3).



Resim 3. Mikrosızıntı testi için açılmış MO kavite örnekleri.

Kavitelerihazırlanan toplam 60 adet diş, her birine farklı doldurucu içeriğine sahip bir kompozit rezin materyali yerleştirilecek şekilde 20'şerli 3 gruba ayrıldı. Böylece, radyasyon uygulanan grup ile kontrol grubu her biri 10'er örnek içermek üzere 3'er alt gruba ayrılmış oldu (Tablo 2).

Tablo 2.Mikrosızıntı çalışma grupları.

Grup 1a	Radyasyon	Mikrosızıntı + Espe Filtek Z250
Grup 1b	Radyasyon	Mikrosızıntı + Estelite Posterior
Grup 1c	Radyasyon	Mikrosızıntı + Charisma Classic
Grup 2a	Kontrol	Mikrosızıntı + Espe Filtek Z250
Grup 2b	Kontrol	Mikrosızıntı + Estelite Posterior
Grup 2c	Kontrol	Mikrosızıntı + Charisma Classic

Birinci gruptaki dişler mikrohıbrıt esaslı Filtek Z250 kompozit rezin (3M ESPE; St Paul/USA), ikinci gruptaki dişler nanohıbrıt esaslı Estelite Posterior kompozit rezin (Tokuyama/Japan), üçüncü gruptaki dişler ise hıbrıt esaslı Charisma Classic kompozit rezin (Kulzer/Germany) materyali kullanılarak üretici firmaların önerileri doğrultusunda restore edilerek, takiben LED ışık cihazı (Woodpecker Led-B) ile polimerize edildi (Tablo 3, 4 ve Resim 4).

Grup 1a ve 2a kavite yüzeylerine 3M Single Bond Universal bonding materyali 20sn süreyle uygulandıktan sonra 10sn boyunca hava ile hafifçe kurutuldu. LED ışık kaynağıyla 10sn süreyle polimerize edildi. Takiben, mikrohıbrıt esaslı Filtek Z250 kompozit rezin materyali el aletleri yardımıyla 2mm kalınlığında

tabakalar halinde kaviteye uygulandı ve her tabaka LED ışık kaynağıyla üretici firmaların önerileri doğrultusunda 20sn süreyle polimerize edildi.

Grup 1b ve 2b kavite yüzeylerine Tokuyama Bond Force II bonding materyali 20sn süreyle uygulandıktan sonra 5sn boyunca hava ile hafifçe kurutuldu. LED ışık kaynağıyla 10sn süreyle polimerize edildi. Takiben, nanohibrit esaslı Estelite Posterior kompozit rezin materyali el aletleri yardımıyla 2mm kalınlığında tabakalar halinde kaviteye uygulandı ve her tabaka LED ışık kaynağıyla üretici firmaların önerileri doğrultusunda 20sn süreyle polimerize edildi.

Grup 1c ve 2c kavite yüzeylerine Gluma Bond Universal bonding materyali 20sn süreyle uygulandıktan sonra 5sn boyunca hava ile hafifçe kurutuldu. LED ışık kaynağıyla 10sn süreyle polimerize edildi. Takiben, hibrit esaslı Charisma Classic kompozit rezin materyali el aletleri yardımıyla 2mm kalınlığında tabakalar halinde kaviteye uygulandı ve her tabaka LED ışık kaynağıyla üretici firmaların önerileri doğrultusunda 20sn süreyle polimerize edildi.

Üç farklı modda (puls mod, ramp mod ve full power) çalışabilen ve 8mm çaplı fiber optik ışık ileticiye, 420-480nm dalga boyuna ve 1400mw/cm² ışık çıkış yoğunluğuna sahip olan ışık cihazının ucu, üretici firmaların önerileri doğrultusunda kaviteye dik açı yapacak ve şekilde maksimum yakınlıkta konumlandırıldı.

Tablo 3. Çalışmamızda kullandığımız bonding ajanlar.

Bonding Ajanlar	Materyal	Ana Bileşenler	Üretim numarası
3M Single Bond Universal	Universal bağlayıcı ajan	MDP, fosfat monomer, dimetakrilat rezinler, HEMA, doldurucu, etanol, su, inisiyator, silan metakrilat-modifiye polialkenoik asit kopolimeri,	81026B
Tokuma Bond Force II	Universal bağlayıcı ajan	3D-SR Monomer, TEGDMA, BisGMA, HEMA, Cam dolgu maddeleri, İzopropil alkol, Foto başlatıcı, su	184
Gluma Bond Universal	Universal bağlayıcı ajan	4-Meta, metakrilat monomer, aseton, MDP	K010048

Tablo 4. Çalışmamızda kullandığımız restoratif materyaller.

Materyalin ticari adı	Kompozit Türü	Üretici firma	Üretim numarası	İçeriği
<u>Espe Filtek Z250</u>	<u>Mikrohibrit</u>	<u>3M ESPE, Dental Products, St. Paul, USA</u>	NA21630	<u>Bis-GMA,UDMA, Bis-EMA</u> <u>Zirkonyum, silika</u> <u>partikülleri</u>
<u>Estelite Posterior</u>	<u>Nanohibrit</u>	<u>Tokuyama Dental Corporation Tokyo, JAPAN</u>	W1402	<u>Bis-GMA,</u> <u>TEGDMA,</u> <u>BisMPEPP,</u> <u>ZrO2-SiO2</u>
<u>Charisma Classic</u>	<u>Hibrit</u>	<u>Heraeus Kulzer GmbH&Co. KG- Hanau, GERMANY</u>	K010750	<u>Bis-GMA-</u> <u>TEGDMA, baryum</u> <u>alüminyum</u> <u>borosilika cam,</u> <u>mikrocam,</u>



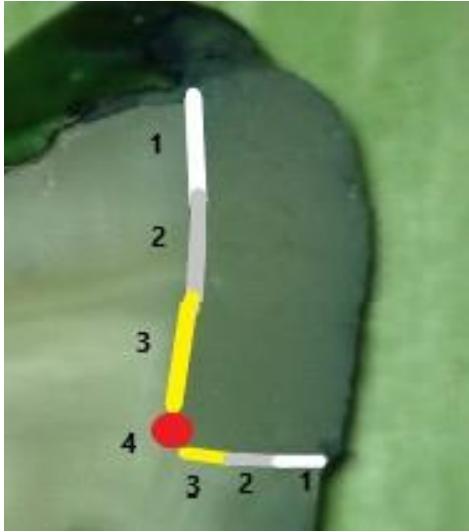
Resim 4..Çalışmada kullanılan kompozit rezin materyalleri ve LED cihazı

Tüm örnekler bitirme ve cilalama işlemlerinin ardından, etüv cihazında 37°C’de 24saat süreyle bekletildi. Örneklerin tamamı, 5-55°C (± 2)’lik musluk suyu ile hazırlanan ısı banyolarında 30sn boyunca bekletilip 1.000 kez termal siklus işlemine tabi tutuldu. Termal siklus işlemi, Ankara Üniversite Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı’nda yapıldı.

Termal siklus uygulamasından sonra diş örneklerinin furkasyon bölgeleri, rezorbsiyon oluşan bölgeler, kök uçları ve mikrosızıntı testine negatif etki edebilecek

tüm bölgeler akıcı bir kompozit rezin materyali (Filtek Supreme XT Flow, 3M ESPE)ile kapatıldı. Böylece, boyama amacıyla kullanılacak solüsyonunun aksesuar kanallardan ve foramen apikaleden pulpaya ulaşması engellendi. Dişlere kavite sınırlarının 1mm dışından geçecek şekilde 2 kat tırnak cilası (Flormar, Kocaeli, Türkiye) sürülüp sertleşmesi beklendi.

Bu işlemin ardından örnekler, %0,5'lik bazik fuksin çözeltisinde 24 saat süreyle bekletildi. Devamında su ile yıkanan dişlerdeki boya kalıntıları uzaklaştırıldı ve oda ısısında bekletilerek kurumaları sağlandı. Takiben, tüm dişler kesit alma cihazı (Isomet Buehler, Illinois, ABD) yardımıyla su soğutması altında ve restorasyonları ortalayacak şekilde bukko-lingual yönde ikiye ayrıldı. Dişlerin inceleme yapılacak kısımları, su zımparasıyla zımparalandı. Elde edilen kesit yüzeylerindeki sızıntı değerleri, X20 büyütmede stereo-mikroskopta (SZ-PT Olympus, Japonya) incelenerek skorlandı ve fotoğraflandı (Tablo 5 ve Resim 5).



Resim 5. Mikrosızıntı skor bölgelerinin gösterilmesi

Tablo 5.Elde edilen kesit yüzeylerindeki sızıntı değerleri incelenerek araştırmacı tarafından aşağıdaki skorlamaya göre yapıldı

SKORLAR	AÇIKLAMALARI
Skor 0	Hiç sızıntı yok
Skor 1	Kavite duvarının 1/3' ünün içinde olan boya penetrasyonu
Skor 2	Kavite duvarının 2/3' ünün içinde olan boya penetrasyonu
Skor 3	Aksiya/Gingival duvara ulaşmayan kavite duvarının son 1/3' lük kısmında olan boya penetrasyonu
Skor 4	Aksiya/Gingival duvara ulaşan boya penetrasyonu

3.2. Örneklerin Bağlanma Dayanımı İçin Hazırlanması

Bağlanım dayanımına tabi tutulacak Grup 3 ve 4'teki dişlerin tüberkülleri, okluzal fissürlerin sonlandığı seviyeye kadar kesilerek aşındırıldıktan sonra, akrilik bloklara gömüldü (Resim 6).



Resim 6. Akrilik bloklara gömülerek tüberkülleri sıfırlanan örnekler

Fissürleri aşındırılarak tüberkülleri sıfırlanan toplam 60 adet diş, her birine farklı doldurucu içeriğine sahip bir kompozit rezin materyalinin bağlanma dayanımını test etmek üzere, 20'şerli 3 gruba ayrıldı. Böylece, radyasyon uygulanan grup ile kontrol grubu her biri 10'er örnek içermek üzere 3'er alt gruba ayrılmış oldu (Tablo 6).

Tablo 6. Bağlanma dayanımı çalışma grupları.

Grup 3a	Radyasyon	Bağlanma + Espe Filtek Z250
Grup 3b	Radyasyon	Bağlanma + Estelite Posterior
Grup 3c	Radyasyon	Bağlanma + Charisma Classic
Grup 4a	Kontrol	Bağlanma + Espe Filtek Z250
Grup 4b	Kontrol	Bağlanma + Estelite Posterior
Grup 4c	Kontrol	Bağlanma + Charisma Classic

Bağlanma dayanımı test edilecek dişlerin okluzal yüzeyine 4mm çapında ve 6mm yüksekliğindeki teflon kalıplar yerleştirildi.

Grup 3a ve 4a okluzal yüzeylerine 3M Single Bond Universal bonding materyali 20sn süreyle uygulandıktan sonra 10sn boyunca hava ile hafifçe kurutuldu. LED ışık kaynağıyla 10sn süreyle polimerize edildi. Takiben, mikrohibrit esaslı Filtek Z250 kompozit rezin materyali el aletleri yardımıyla 2mm kalınlığında tabakalar halinde teflon kalıbın içerisine kondanse edildi ve her tabaka LED ışık kaynağıyla üretici firmaların önerileri doğrultusunda 20sn süreyle polimerize edildi.

Grup 3b ve 4b okluzal yüzeylerine Tokuyama Bond Force II bonding materyali 20sn süreyle uygulandıktan sonra 5sn boyunca hava ile hafifçe kurutuldu. LED ışık kaynağıyla 10sn süreyle polimerize edildi. Takiben, nanohibrit esaslı Estelite Posterior kompozit rezin materyali el aletleri yardımıyla 2mm kalınlığında tabakalar halinde teflon kalıbın içerisine kondanse edildi ve her tabaka LED ışık kaynağıyla üretici firmaların önerileri doğrultusunda 20sn süreyle polimerize edildi.

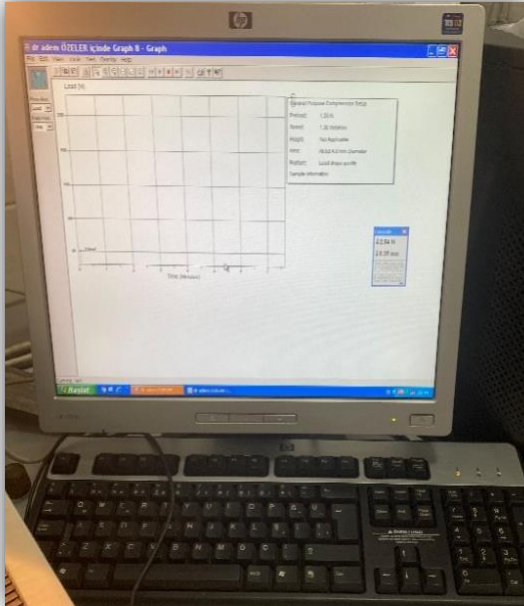
Grup 3c ve 4c okluzal yüzeylerine Gluma Bond Universal bonding materyali 20sn süreyle uygulandıktan sonra 5sn boyunca hava ile hafifçe kurutuldu. LED ışık kaynağıyla 10sn süreyle polimerize edildi. Takiben, hibrit esaslı Charisma Classic kompozit rezin materyali el aletleri yardımıyla 2mm kalınlığında tabakalar halinde teflon kalıbın içerisine kondanse edildi ve her tabaka LED ışık kaynağıyla üretici firmaların önerileri doğrultusunda 20sn süreyle polimerize edildi.

Bağlanma dayanımı analizleri, Ankara Üniversite Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma laboratuvarı'nda Universal Test Cihazı Lloyd Lrx makaslama bağlanma test cihazı yardımıyla, 1mm kalınlığında ve künt uçlu kırma aparatı kullanılarak yapıldı (Resim 7). Bağlanma dayanımının yapılacağı bilgisayara kesit alanı $12,566\text{mm}^2$, kafa hızı (hareket hızı) 1mm/dk ve maksimum yükü (limit yük) 500N olacak şekilde veri girişleri yapılarak, örnekler test cihazına sabitlendi (Resim 8). Kırma aparatının ucu, kompozit rezin örneklerine dik açıyla temas edecek şekilde yerleştirildi (Resim 9). Kompozit rezin-dentin bağlantısının kopma anındaki sayısal verileri N ve MPa cinsinden hesaplanarak kaydedildi. Stereomikroskopta X25 büyütme altında incelenen örneklerin kopma tipleri belirlenerek sınıflandırma ve yüzdeleri belirlendi (Resim 10). Dentin dokusu içerisinde veya kompozit restorasyon içerisinde gerçekleşen kopma tipi koheziv tip başarısızlık, kompozit rezin-dentin dokusu arayüzünde gerçekleşen kopma tipi adeziv tip başarısızlık, hem kompozit

rezin-dentin dokusu içerisinde hemde kompozit rezin-dentin dokusu arayüzünde gerçekleşen kopma tipi ise miks tip başarısızlık olarak kaydedildi (Resim 11).



Resim 7.Lloyd Lrx makaslama bağlanma test cihazı



Resim 8.Lloyd Lrx makaslama bağlanma test cihazının verilerin aktarıldığı cihaz



Resim 9.Kırma aparatının ucu, kompozit rezin örneklerine dik açıyla temas edecek şekilde yerleştirilmesi



Resim 10.Stereomikroskop

Çalışmamızın istatistiksel değerlendirmesi, Dicle Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri Bölümü'nde yapıldı. Elde edilen veriler doğrultusunda, gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal-Wallis, ikili karşılaştırmalarda ise Mann-Whitney U non-parametrik istatistik testleri kullanıldı. Çalışmamızda elde edilen veriler, Lisanslı IBM SPSS 21 paket programı ile analiz edildi (Lisans numarası: 5f551afac84a24ad7a95) ve $p < 0,05$ olması durumunda, farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edildi.

4. BULGULAR

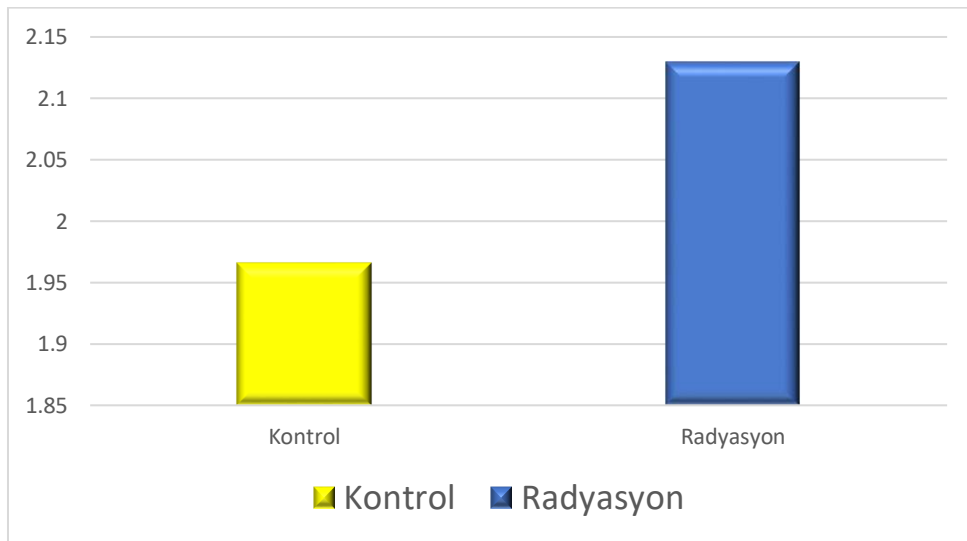
Radyasyon uygulamasının kompozit rezinlerin bağlanma dayanımı ve mikrosızıntısına etkisini incelediğimiz çalışmamızda; radyasyon uygulanan dişlerin bulunduğu test grubu örnekleriyle, radyasyon uygulanmadan aynı işlemlerin tekrarlandığı dişlerin yer aldığı kontrol grubu örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi ($p<0,05$).

4.1. Mikrosızıntı Test Sonuçları

Kruskal-Wallis H testiyle yapılan analiz sonucunda; radyasyon uygulandıktan sonra kavite açılarak üç farklı kompozit materyaliyle restore edilen dişlerin içinde bulunduğu test grubu örneklerinin, kontrol grubu örneklerine kıyasla%1 önem düzeyinde daha fazla mikrosızıntı sergilediği tespit edildi ($p<0,05$), (Tablo 7 ve Grafik 1). Sızıntı meydana gelen bölgeler arasındaki farklılığı tespit etmek amacıyla, parametrik olmayan Mann Whitney U testi kullanıldı.

Tablo 7.Radyasyon uygulamasının mikrosızıntı skorlarına etkisinin istatistiksel analizi.

Gruplar	N	Ortalama Rank	Mann-Whitney U	p
Radyasyon	30	2.130	38,5	0,023
Kontrol	30	1,966	36,5	



Grafik 1.Radyasyon uygulamasının materyallerin sızıntısına etkisinin grafiksel gösterimi.

Gerek radyasyon uygulanmayan kontrol grubu ve gerekse radyasyon uygulanan deney grupları içerisindeki dişlere uygulanan, üç farklı restoratif kompozit rezin restorasyonunun mikrosızıntı skor değerleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$). Bununla birlikte, radyasyon uygulanmadan test edilen kontrol grubu örnekleri arasında en yüksek mikrosızıntı skoru sergileyen materyalin, hibrit esaslı Charisma Classic kompozit rezin olduğu görüldü. Radyasyon uygulanmış deney grubu örnekleri arasında en yüksek mikrosızıntı skoru sergileyen materyalin ise mikrohibrit esaslı Filtek Z250 kompozit rezin olduğu ve bunu nanohibrit esaslı Estelite Posterior kompozit rezinin izlediği tespit edildi (Tablo 8).

Tablo 8.Restoratif materyale göre mikrosızıntı skorlarının istatistiksel analizi.

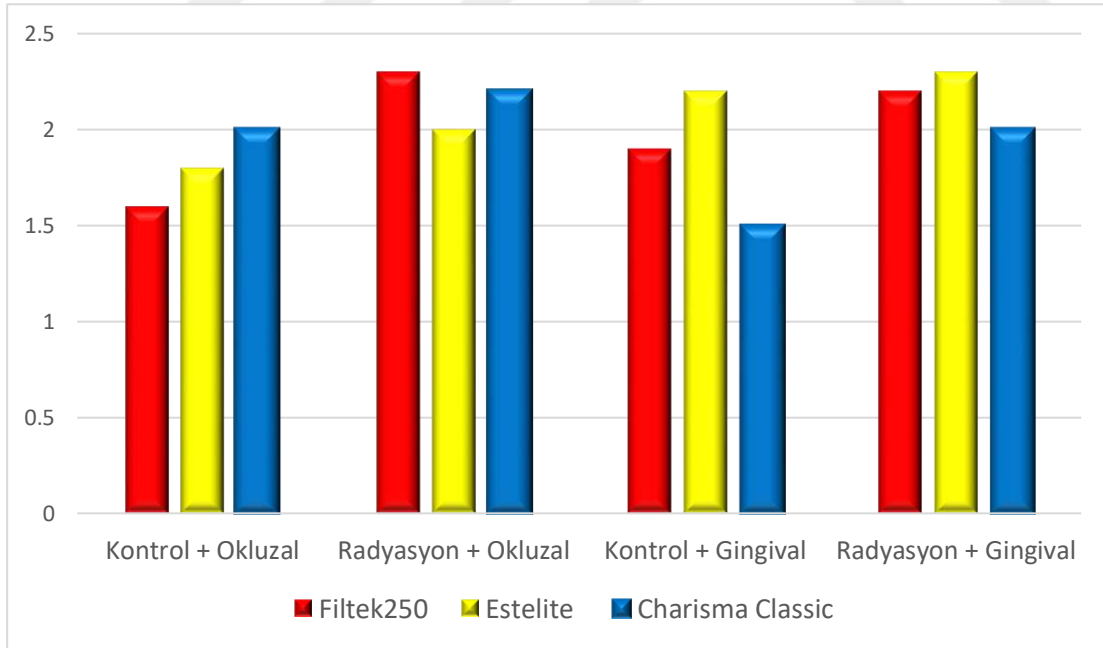
	Materyal	n	Mean	Mean Rank	Chi-Squar	P
Radyasyon	Filtek Z250	10	2,25	11,75	1,259	0,153
	Estelite	10	2,20	11,75		
	Charisma Classic	10	1.95	10,7		
Kontrol	Filtek Z250	10	1,75	9,25	1,777	0,128
	Estelite	10	1,75	9,22		
	Charisma Classic	10	1,9	9,22		

Filtek Z250 kompozit rezin restorasyon örneklerinde; okluzal bölgede gerçekleşen mikrosızıntının, radyasyon uygulamasına bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı belirlendi ($p<0,05$). Diğer kompozit rezin restorasyon örneklerinde ise, radyasyon uygulamasına bağlı olarak okluzal bölgede gerçekleşen mikrosızıntı artışının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0,05$), (Tablo 9 ve Grafik 2).

Charisma Classic kompozit rezin restorasyon örneklerinde; gingival bölgede gerçekleşen mikrosızıntının, radyasyon uygulamasına bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı belirlendi ($p<0,05$). Diğer kompozit rezin restorasyon örneklerinde ise, radyasyon uygulamasına bağlı olarak gingival bölgede gerçekleşen mikrosızıntı artışının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0,05$), (Tablo 9 ve Grafik 2).

Tablo 9. Kullanılan restoratif materyalin uygulandığı bölgede radyasyon alıp almamasına göre gerçekleşen mikrosızıntı skorlarının istatistiksel analizi.

Materyal	Gruplar	n	Mean	Mean Rank	Mann-Whitney U	P
Filtek 250	Okluzal	Radyasyon	10	2,30	11,45	36,500
		Kontrol	10	1,60	9,55	
	Gingival	Radyasyon	10	2,20	10,05	40,500
		Kontrol	10	1,90	8,95	
Estelite Posterior	Okluzal	Radyasyon	10	2,00	9,35	37,500
		Kontrol	10	1,80	11,65	
	Gingival	Radyasyon	10	2,30	9,10	39,000
		Kontrol	10	2,20	10,90	
Charisma Classic	Okluzal	Radyasyon	10	2,20	10,20	43,000
		Kontrol	10	2,00	9,80	
	Gingival	Radyasyon	10	2,00	12,95	35,500
		Kontrol	10	1,50	10,05	



Grafik 2. Kullanılan restoratif materyalin uygulandığı bölgede radyasyon alıp almamasına göre gerçekleşen mikrosızıntı skorlarının grafiksel gösterimi.

Gerek radyasyon uygulanmayan kontrol grubu ve gerekse radyasyon uygulanan deney grubunda, üç farklı restoratif kompozit rezin restorasyon örneklerinin okluzal ve gingival mikrosızıntı skor değerleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edildi ($p>0,05$).

Bununla birlikte kontrol grubunda; okluzal bölgede en fazla mikrosızıntı gerçekleştiren materyalin, hibrit esaslı Charisma Classic kompozit rezin olduğu ve bunu nanohibrit esaslı Estelite Posterior kompozit rezinin izlediği belirlendi. Gingival bölgede ise en fazla mikrosızıntı gerçekleştiren materyalin, Estelite Posterior olduğu ve bunu mikrohhibrit esaslı Filtek Z250 kompozit rezinin izlediği görüldü (Tablo 10).

Radyasyon uygulanan deney grubunda ise; okluzal bölgede en fazla mikrosızıntı gerçekleştiren materyalin, Filtek Z250 olduğu ve bunu Charisma Classic'in izlediği belirlendi. Gingival bölgede en fazla mikrosızıntı gerçekleştiren materyalin, Estelite Posterior olduğu ve bunu Filtek Z250'nin izlediği görüldü (Tablo 10).

Tablo 10. Kontrol grubu ve radyasyon alan grupta test edilen restoratif materyallerin, mikrosızıntının gerçekleştiği bölgeye göre istatistiksel analizi.

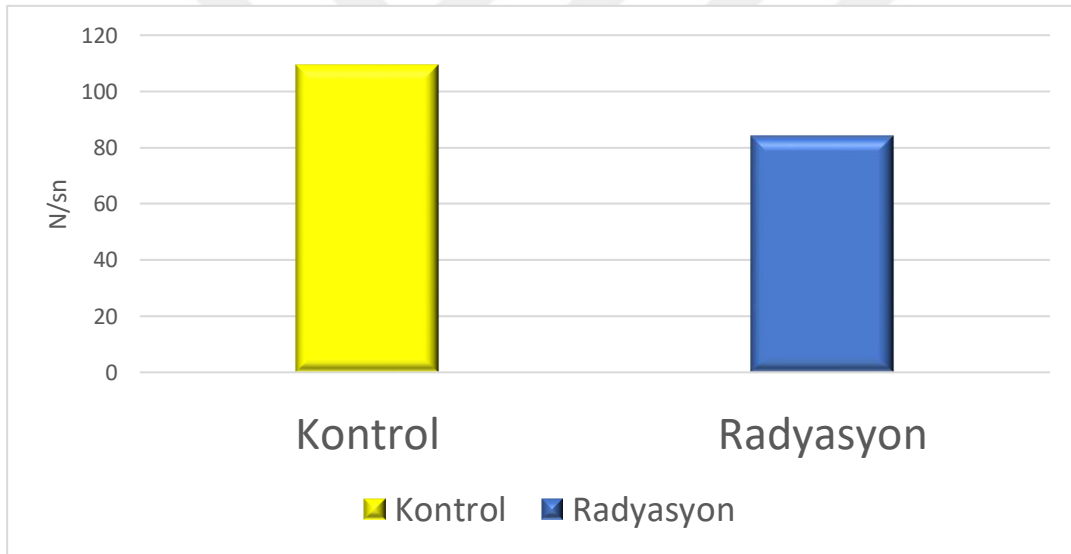
Gruplar		Materyal	n	Mean	Mean Rank	Chi-Square	P
Radyasyon	Okluzal	Filtek Z250	10	2,30	11,45	1,253	0,534
		Estelite Posterior	10	2,00	9,35		
		Charisma Classic	10	2,20	10,20		
	Gingival	Filtek Z250	10	2,20	10,05	1,266	0,531
		Estelite Posterior	10	2,30	9,10		
		Charisma Classic	10	2,00	12,95		
Kontrol	Okluzal	Filtek Z250	10	1,60	9,55	0,523	0,770
		Estelite Posterior	10	1,80	11,65		
		Charisma Classic	10	2,00	9,80		
	Gingival	Filtek Z250	10	1,90	8,95	1,831	0,400
		Estelite Posterior	10	2,20	10,90		
		Charisma Classic	10	1,50	10,05		

4.2. Bağlanım Dayanımı Test Sonuçları

Üç farklı kompozit materyalinin radyasyon uygulanan deney grubundaki dişlere bağlanma dayanımlarının, radyasyon uygulanmayan kontrol grubundaki dişlere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşük olduğu tespit edildi ($p<0.05$), (Tablo 11 ve Grafik 3).

Tablo 11. Radyasyon uygulamasının bağlanma dayanımına etkisinin istatistiksel analizi.

Gruplar	n	Mean	Std. Deviation	Std. Error	p
Radyasyon	30	84,246	14,913	4,716	0,004
Kontrol	30	109,225	8,080	2,555	



Grafik 3. Radyasyon uygulamasının materyallerin bağlanım dayanımına etkisinin grafiksel gösterimi.

Gerek radyasyon uygulanmayan kontrol grubu ve gerekse radyasyon uygulanan deney grupları içerisindeki dişlere üç farklı kompozit materyalinin bağlanma dayanımları arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$). Bununla birlikte, her iki grupta da en yüksek bağlanma dayanımı sergileyen materyalin mikrohibrit esaslı Filtek Z250 kompozit rezin olduğu ve bunu sırasıyla nanohibrit esaslı Estelite Posterior kompozit rezin ve hibrit esaslı Charisma Classic kompozit rezinin izlediği belirlendi (Tablo 12).

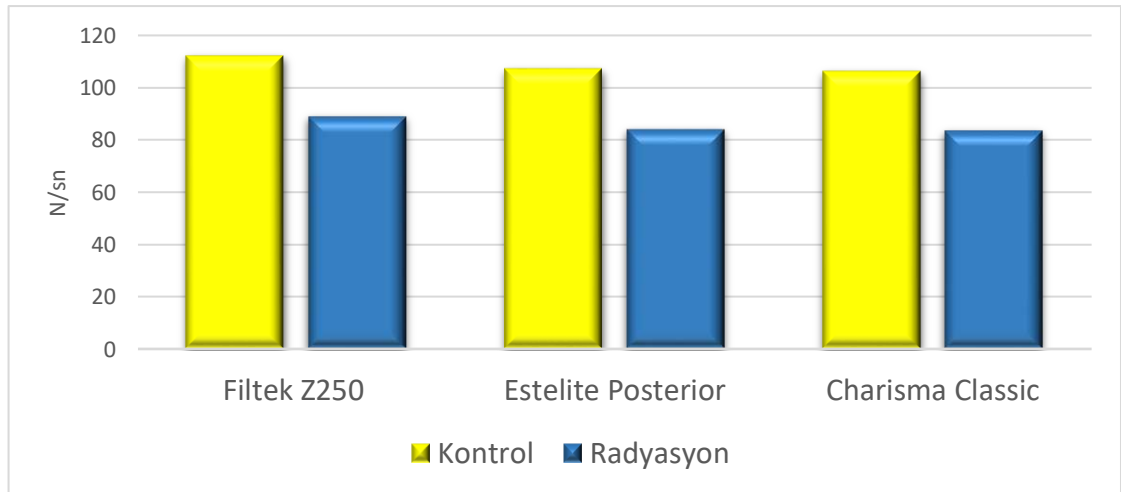
Tablo 12. Restoratif materyale göre bağlanma dayanım değerlerinin istatistiksel analizi.

Gruplar	Materyal	n	Mean	Std. Deviation	F	P
Radyasyon	Filtek Z250	10	89,280	15,610	0,491	0,618
	Estelite	10	84,243	14,913		
	Charisma Classic	10	80,573	13,393		
Kontrol	Filtek Z250	10	112,047	8,506	2,356	0,114
	Estelite	10	107,416	8,080		
	Charisma Classic	10	106,225	5,603		

Her üç kompozit rezin materyalinin de bağlanma dayanımının radyasyon uygulamasından istatistiksel olarak anlamlı derecede olumsuz etkilendiği görüldü ($p<0.05$), (Tablo 13 ve Grafik 4).

Tablo 13. Kullanılan restoratif materyalin radyasyon alıp almamasına göre bağlanım dayanım skorlarının analizi.

Materyal	Gruplar	n	Mean	Std. Deviation	P
Filtek Z250	Radyasyon	10	89,280	15,610	0,04
	Kontrol	10	112,047	8,506	
Estelite Posterior	Radyasyon	10	84,243	14,913	0,02
	Kontrol	10	107,416	8,080	
Charisma Classic	Radyasyon	10	80,573	13,393	0,02
	Kontrol	10	106,225	5,603	

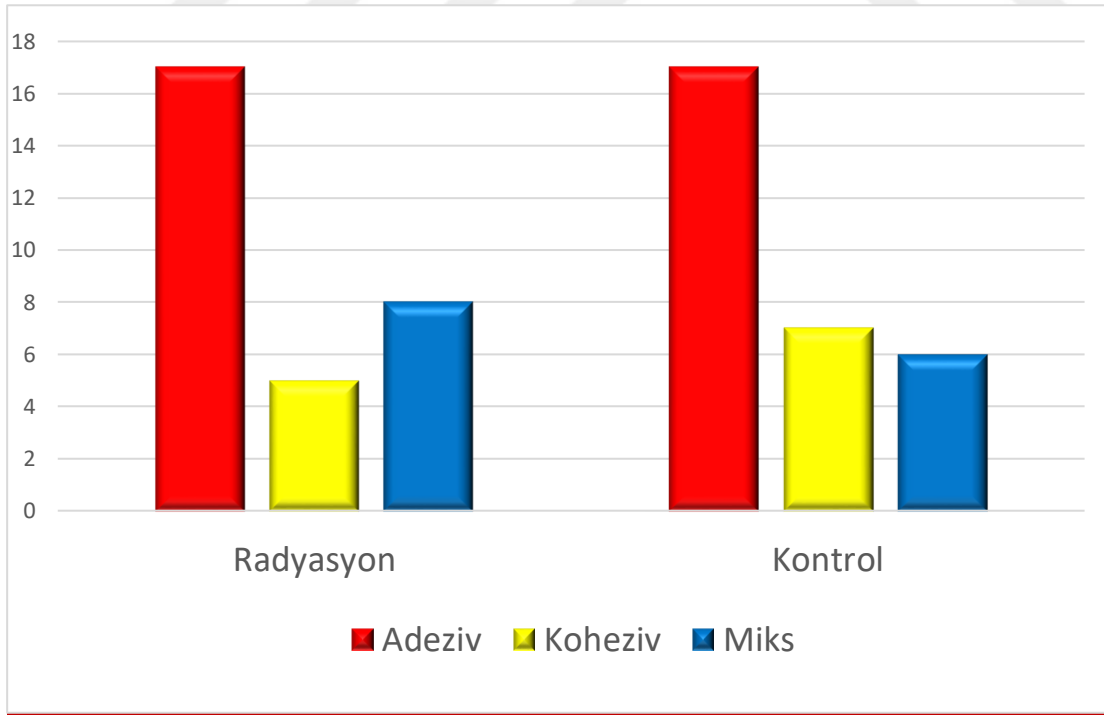


Grafik 4 Kullanılan restoratif materyalin radyasyon alıp almamasına göre bağlanım dayanım skorlarının grafiksel gösterimi.

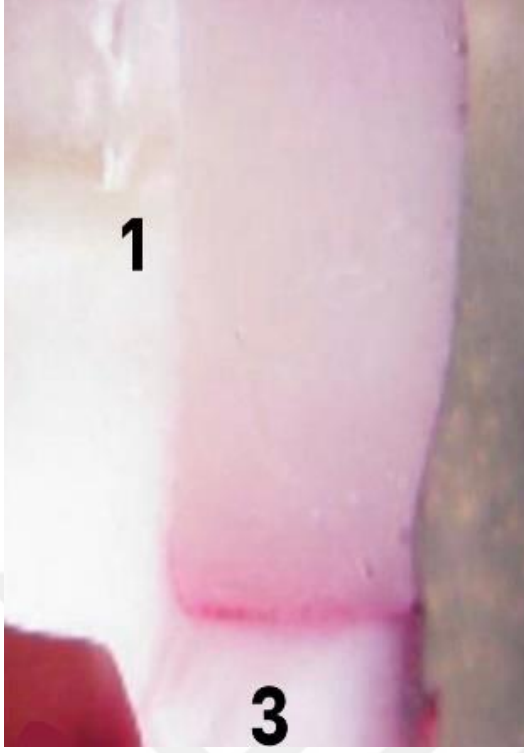
Bağlanma dayanımı testi sonucunda, materyallerin kırılma tiplerine göre sınıflaması yapıldığında; hem radyasyon uygulanmış örnekler hem de kontrol grubu örneklerinde en fazla görülen kopma tipinin adeziv kopma şeklinde gerçekleştiği ve bunu sırasıyla miks ve koheziv kopmanın izlediği görüldü. Kontrol grubuna kıyasla radyasyon uygulanmış örneklerdeki miks tipi kopma miktarının daha fazla olduğu, koheziv kopmada ise tam tersi bir durumun gerçekleştiği göze çarptı (Tablo 14 ve Grafik 5).

Tablo 14. Materyallerin yüzeyinde gözlenen kırılma tipleri

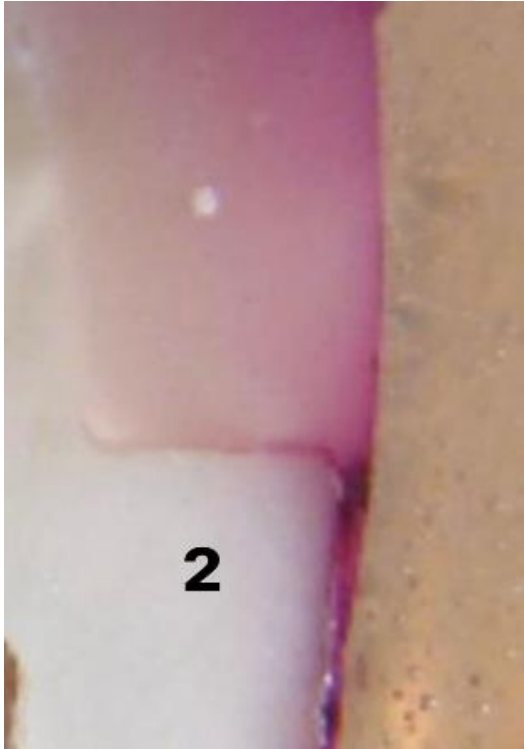
	Gruplar	Kopma Tipi		
		Adeziv	Koheziv	Miks
Materyal	Radyasyon	17	5	8
	Kontrol	17	7	6



Grafik 5. Materyallerin yüzeyinde gözlenen kırılma tipleri



Resim 11. Kontrol grubunda Charisma Classic'a ait gingival kenarda 3 skoru okluzal 1 alan sızıntı görüntüsü



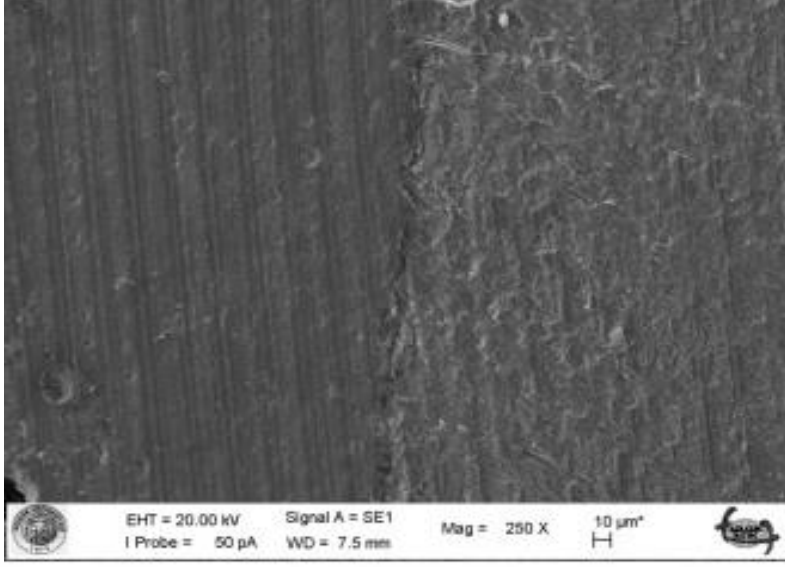
Resim 12.Kontrol grubunda Estelite Posterior'a ait gingival kenarda 2 skoru okluzal 0 alan sızıntı görüntüsü.



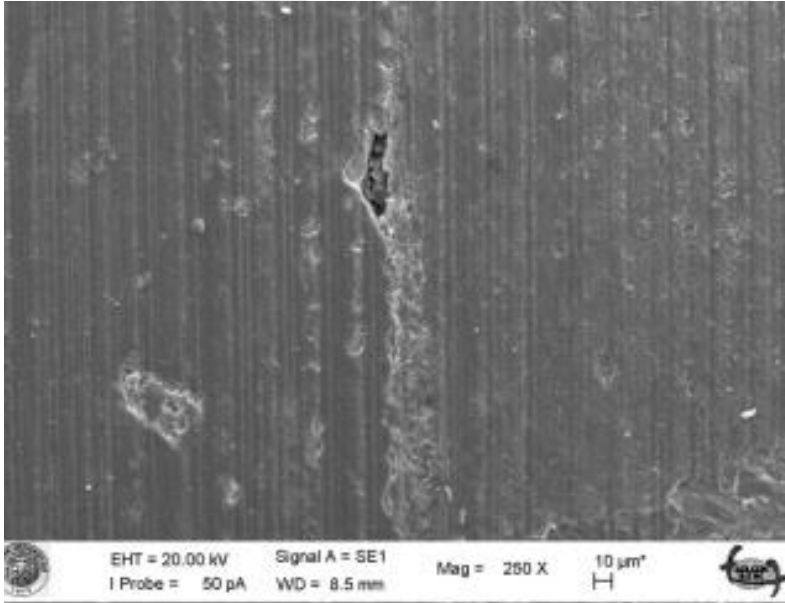
Resim 13. Radyasyon deney grubundan Filtek Z250'a ait okluzal kenarda 2 skoru alan sızıntı görüntüsü.



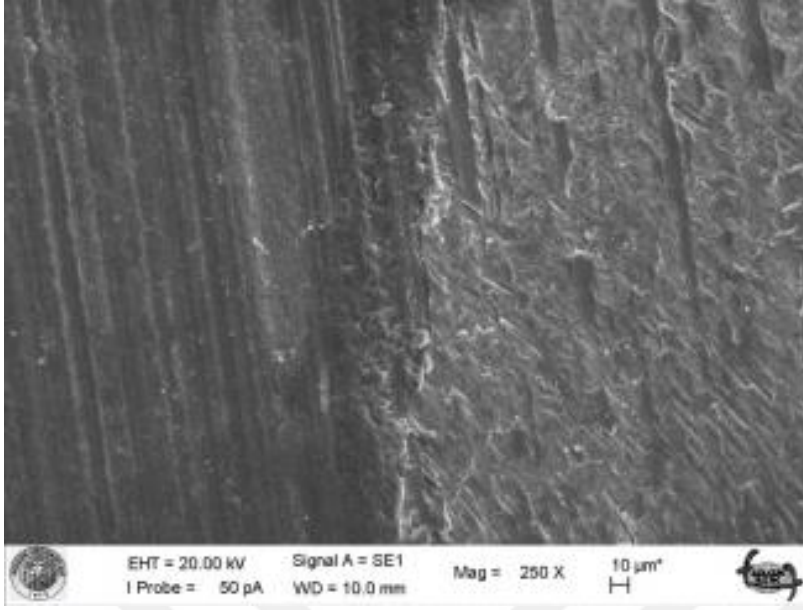
Resim 14. Radyasyon grubunda Estelite Posterior'a ait gingival kenarda 4 skoru alan sızıntı görüntüsü.



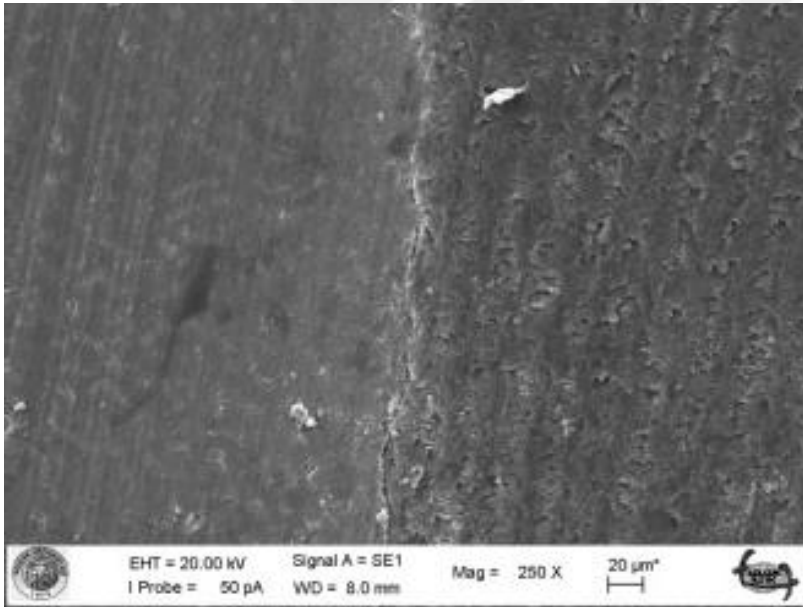
Resim 15. Filtek Z250'in ile restore edilen radyasyon almış grubun SEM görüntüsü (X250)



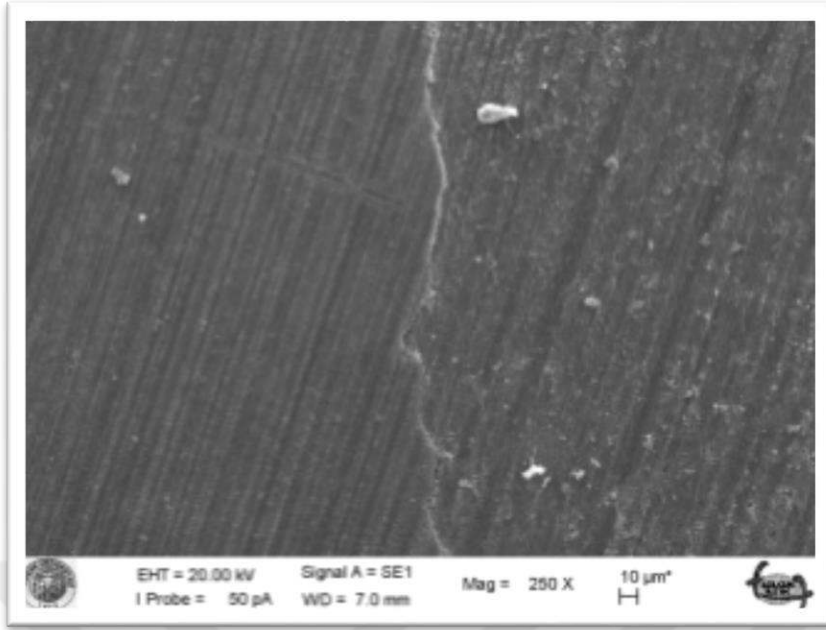
Resim 16. Filtek Z250'in ile restore edilen kontrol grubunun SEM görüntüsü (X250)



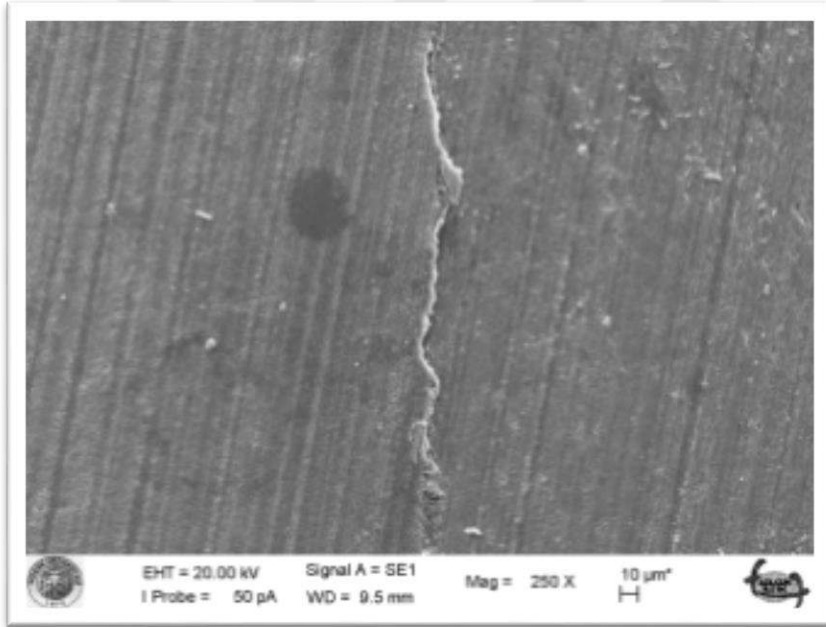
Resim 17. Estelite ile restore edilen radyasyon almış grubun SEM görüntüsü (X250)



Resim 18. Estelite ile restore edilen kontrol grubunun SEM görüntüsü (X250)



Resim 19. Charisma ile restore edilen radyasyon almış grubun SEM görüntüsü (X250)



Resim 20. Charisma ile restore edilen kontrol grubunun SEM görüntüsü (X250)

5. TARTIŞMA

Son yıllarda, gerek radyasyona maruz kalma ve çevre kirliliği gibi sorunlar ve gerekse insan vücuduna zararlı olan pek çok maddenin kullanımının artmasıyla kanser vakalarında hızlı bir artış meydana gelmiştir. Dünya nüfusunun giderek artması ve insan ömrünün uzaması da, bu artışta rol oynamıştır. Yüzyıllardır var olan kanser olgusu, günümüz toplumlarının en önemli sağlık sorunlarının başında gelmektedir. Bununla birlikte, teknolojiye yaşanan gelişmeler kanser vakalarının erken teşhis ve tedavisine olanak sağlamıştır. Günümüzde ölüm vakalarının sebepleri arasında kanser; birçok ülkede ilk 3 sırada yer alan alırken, ülkemizde kardiyovasküler hastalıklardan sonra ikinci sırada gelmektedir (66).

Diş hekimliği tedavi uygulamaları açısından da önemli yer tutan baş ve boyun bölgesi kanserlerinin tüm kanserler içerisindeki oranı yaklaşık %6-9 arasındadır. Bu tür kanserlerin tedavisinde, sıklıkla radyoterapi kullanılmaktadır. Radyoterapi, kanserli hücreleri yok ederken beraberinde birtakım yan etkilere de sebep olabilmektedir. Radyoterapi sonrası görülen yaygın diş çürükleri, bu yan etkilere örnek olarak gösterilebilir (3).

Radyasyona gerek direkt ve gerekse indirekt maruziyet sonrasında; ağız boşluğunda bulunan çürük yapıcı mikroorganizmaların sayısı, bakteri plağı birikimi ve tükürüğün viskozitesi artarken, ortamın pH'sı, tükürüğün miktarı akış hızı ve tamponlama kapasitesi, IgA ve bikarbonat konsantrasyonları ile dişlerin remineralizasyon hızında azalma meydana gelmektedir. Radyoterapi esnasında maruz kalınan X ışınlarının diş dokusuna verdiği zararların yanı sıra oral hijyen yetersizliği gibi faktörler, radyasyon çürüklerinin oluşmasını teşvik etmektedir (3, 8, 67).

Radyoterapinin önemli bir yan etkisi olarak, vital dişlerin pulpasındavaskülarizasyonda azalma ve dolaşım bozukluğuna bağlı pulpa hasarı meydana gelmektedir. Bununla birlikte, diş dokusunun kırılabilirliğinde artış meydana geldiği de iddia edilmektedir. Odontoblast hücrelerinin metabolizmasında meydana gelen değişimlerin sonucu olarak; dentinin genel yapısı ve tübüllerinde bozulma gerçekleşmektedir. Bu sayede, genellikle radyasyon çürüğü olarak da adlandırılan ve

hızlı bir şekilde ilerleyen çürüklerle karşılaşmaktadır. Bu tür çürükler için, radyasyon çürüğü ifadesini kullanmak aslında çok doğru sayılamaz. Çünkü radyasyon; sürmüş dişlerin yapısını, kimyasını (Ca/P oranını) ve demineralizasyonunu etkilemediği gibi, pulpa üzerine de direkt olarak zararlı bir etki göstermemektedir. Yalnızca, kalsifikasyon döneminden önce uygulandığı durumlarda henüz gelişimini tamamlamamış ve sürmemiş dişleri etkileyerek ileri dönemlerde mine ve dentin dokusunda birtakım anomalilere neden olabilmektedir. Hasarın şiddeti, uygulanan radyasyonun dozuna bağlı olarak değişmektedir (3).

Genellikle 2500 Rad ve üstü radyoterapi uygulanmasını takiben yaklaşık 1 ay kadar sonra ön dişlerden başlayarak tüm dişlerde sıcak-soğuk ve tatlı-ekşi hassasiyetiyle başlayan semptomlar 10-18 ay içerisinde diş kronunun tamamen hasar görmesiyle sonlanır. Başlangıçta minenin mat-gri renk almasıyla başlayan süreç, ilerleyen dönemlerde kahverengi ve siyaha yakın renkleşmeyle devam eder. Dişin kölesinde lokalize olan yüzeysel lezyonlar kısa bir süre sonra koleyi tamamen sarmaktadır. Bu tür çürüklerin hiç bir zaman ara yüzden başlamadıkları bilinmektedir (7).

Kielbassa ve arkadaşları direkt ve indirekt radyasyonun dişlerde mineral kaybına etkisini değerlendirdiği in-vitro bir çalışmada, radyasyonun çürüğe karşı duyarlılıkta ve başlangıç demineralizasyonunda bir etkisinin olmadığını, fırçalama yapılmayan radyasyon almış dişlerde, radyasyon uygulanmayan örneklerle kıyasla demineralizasyonun arttığını bildirmiştir (7).

Silva ve arkadaşları, radyoterapi sonrası çekilmiş restorasyonlu 50 adet diş SEM ve polarize ışık mikroskopunda incelemiş ve çalışmanın sonucunda; dişlerin insizal ve servikal bölgelerinde yaygın bir şekilde görülen kahverengi renk değişikliklerini başlangıç çürüğü olarak değerlendirmiştir. Bununla birlikte, histolojik olarak normal çürük tabakaları ile aralarında önemli bir fark bulunmadığından söz etmiştir (68).

Radyoterapinin yan etkisi olarak dişlerin oktakalsiyum fosfat ve apatit yapılarında meydana gelen değişimler ve hipovaskülarizasyonla beraber fibrozis, kalsikasyon ve hiyalinizasyonların görülmesi sonucunda; dişlerin sertlik, elastiklik ve bağlantı değerlerinde ciddi azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir. Tüm bu

literatür bilgilerine rağmen, radyasyonun restorasyonların bağlanma dayanımı ve mikrosızıntı değerlerine direkt etkisi hakkında yeterince açıklayıcı bilgi bulunmamaktadır (37).

Bu nedenle biz de çalışmamızda; periodontal veya ortodontik nedenlere çekimine karar verilmiş 20 yaş dişlerinde radyasyona maruziyet sonrası yapılacak üç farklı içeriğe sahip kompozit rezin materyaliyle yapılmış restorasyonların, mikrosızıntı değerlerini ve bağlanma dayanımlarını değerlendirmeyi hedefledik. Radyoterapi görece yüksek çürük risk grubundaki hastalara uygulanacak restoratif işlemlerde, materyal seçiminin önemini ortaya koymayı amaçladık.

Soares ve arkadaşları, radyasyon almış dişlerin bağlanım dayanımıyla ilgili yaptıkları bir çalışmada; radyasyonun dişlerin fiziksel, kimyasal ve histolojik yapılarında birçok zararlı etkiye sebep olduğunu, dentin tübüllerinin yapısını ve organik komponentleri etkilediğini ve düzensiz kopmaların meydana geldiğini belirtmiştir (38).

Radyoterapiye bağlı çürüklerin özellikle dişlerin servikal bölgesinde görülmesi ve mine-dentin sınırını da içine alması, mikrosızıntı çalışmaları için yapılacak kavite sınırlarının mine-dentin sınırının ötesine uzanmasını gerektirmektedir. Radyasyonun mine ve dentini farklı derecelerde etkilemesi ise, bağlanma dayanımı testleri için preparasyonun dentin içerisinde sonlanmasını zorunlu kılmaktadır (67).

Tüm bu sebeplerden ötürü biz de çalışmamızda, kavite preparasyon sınırlarımızı bu öngörülere uygun şekilde hazırladık.

Radyoterapi görmüş hastalar için, farklı materyal seçenekleri mevcuttur. Cam iyonomer simanlar; termal genleşme miktarının dişe benzer olması, adezyon kabiliyetleri, flor salınımı yapabilmeleri ve antikaryojenik özellikleri gibi nedenlerle, radyoterapi görmüş hastaların restoratif diş tedavilerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Haveman ve arkadaşları, baş ve boyun radyoterapisi gören hastalarda amalgam ve iki farklı cam iyonomer simanla yapılan 111 adet restorasyonun iki yıllık takibi sonucunda; amalgama kıyasla CİS'lerde daha az sekonder çürüğe rastlamıştır. Dehidratasyona karşı duyarlı olan ve sertleşme reaksiyonu sırasında neme karşı hassasiyet gösteren CİS'lerin, makaslama bağlanma dayanımlarının düşük olmasının

ve kırılğan bir yapıya sahip olmalarının sığ kavitelerde kullanılmalarını sınırladığını da vurgulamıştır (69).

Cam iyonomer simanlara kıyasla fiziksel ve estetik özellikleri daha üstün olan rezinle modifiye cam iyonomer simanların (RMCİS), ışıkla sertleşmeleri, bitirme ve polisaj işlemlerinin restorasyonun ardından hemen yapılabilmesi, neme daha az hassas olmaları, dişlere kimyasal olarak bağlanabilmeleri ve CİS'e benzer flor salınımı yapabilmeleri onları bu konuda alternatif materyal konumuna getirmiştir (70). Yine fiziksel özellikleri CİS'lerden daha üstün olan kompomerlerin ışıık ile polimerize olmaları ve karıştırma gerektirmemeleri önemli bir avantaj olarak kabul edilse de, flor salınımları CİS ve RMCİS'ler kadar değildir (71).

Dişlere mikromekanik bağlanması, farklı renk seçenekleri, üstün fiziksel kabiliyetleri ve uzun süreli klinik başarıları kompozit rezinleri, günümüz restoratif diş hekimliğinde en çok kullanılan materyal olma önceliğine kavuşturmuştur. Türkün ve arkadaşları, Clas I ve II. sınıf kavitelere uyguladıkları kompozit rezin materyallerin, ortalama 3 yıl gibi uzun süreli klinik başarısından söz etmektedir (57).

Radyoterapinin yan etkisi sonucunda ağız açıklığının sınırlı olması ve oluşan çürüklerin dişin tüm yüzeyine yayılması kavite preperasyonunu, restorasyonun manipulasyonunu ve retansiyonunu güçleştirmektedir (72, 73).

Tüm bu nedenlere bağli olarak biz de çalışmamızda, diğer restoratif materyallere kıyasla klinik kullanım sıklığı ve başarı oranı, manipulasyon kolaylığı, üstün fiziksel ve estetik özellikleri nedeniyle içerikleri farklı üç farklı kompozit rezin materyalini test etmeyi tercih ettik.

Uygulama aşamalarının fazlalığı, adeziv sistemlerin kullanılma zorunluluğu, yapımının teknik hassasiyet gerektirmesi kompozit rezin restorasyonların başarısını etkileyen faktörler arasındadır (74). Bununla birlikte, polimerizasyon büzülmesine bağli olarak diş dokularıyla rezin arasında yeterli bağlantının oluşmaması ileride mikrosızıntıya bağli olarak, renkleşme, post-operatif hassasiyet, sekonder çürük ve materyalin kaviteden ayrılması gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Yakın zamanda piyasaya sürülen ve diğer sistemlerden ayrılan bir formülasyona sahip olan tek şişeli universal adeziv sistemler, asit uygulandıktan sonra dişlerin yüzeyinin

yıkanması, kurutulması aşamalarını ve rezinlerin demineralize dentin içine tam infiltre olamama riskini ortadan kaldırmıştır (70, 74).

Biz de bu nedenle çalışmamızda, universal adeziv sistem ihtiva eden üç farklı kompozit rezin materyalini kullanmayı tercih ettik.

Kompozit rezinlerin başarısını olumsuz yönde etkileyen diğer bir faktör de materyallerin yetersiz polimerasyonudur (75, 76). Polimerizasyon derecesine etki eden faktörlerin başında ise; ışık kaynağının tipi, ışığın yoğunluğu ve uygulama süresi, ışık kaynağı ile kompozit rezin arasındaki uzaklık, fiber optik ışık ucunun çapı, kavitenin derinliği, materyalin rengi ve kaviteye yerleştirilme tekniği gelmektedir. Kompozit rezin materyallerin tabakalama tekniği kullanılarak kaviteye yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Tabakalama tekniğiyle yerleştirilen restorasyonlarda daha az mikrosızıntı tespit edildiği bildirilmiştir (75).

Figueiredo ve arkadaşları, kompozit rezinlerin kaviteye tabakalama tekniğiyle yerleştirilmesinin bulk tekniğine kıyasla materyalin bağlanma kalitesini artırdığını belirtmiştir (75). Biz de restorasyonlarımızı yaparken, tabakalama tekniği kullanmayı tercih ettik.

Polimerizasyonun yetersiz olmasından kaynaklı olarak; kompozit rezin restorasyonlarda kırılma ve sitotoksik etkiler artmakta, aşınmaya karşı direnç, sertlik ve elastiklik modülü azalmaktadır. Bu dezavantajları gidermek amacıyla, polimerizasyon için farklı ışık cihazları kullanıma sunulmuştur (77). Yaygın kullanıma sahip olan Quartz-Tungsten-Halojen (QTH) ışık cihazlarının; uzun uygulama süresi gerektirmesi, lamba ömrünün kısa olması, çabuk ısınması ve zamanla verimliliğinin azalması gibi dezavantajları mevcuttur. Bu cihazlara alternatif olarak kullanılan LED ışık cihazları; hafif olması, kullanım kolaylığı, uzun ömürlü olması, ısı artışının az olması ve daha fazla polimerizasyon derinliği sağlaması gibi avantajlara sahiptir (77, 78).

Çalışmamızda bu nedenle, restorasyonların polimerizasyonunda LED ışık cihazı kullanmayı tercih ettik.

Kompozit rezin restorasyonların estetik kabiliyetlerini ve klinik performanslarını uzun süre koruyabilmelerinde, iyi bir bitirme ve polisaj işleminin önemi büyüktür (79). Bitirme ve polisaj işlemi gerçekleştirilmeyen restorasyonların etrafında plak birikimi meydana gelmektedir (80). Bunun sonucu olarak, zamanla restorasyon-dış birleşme çizgisinde renkleşme oluşabilmektedir. Kompozit rezin restorasyonların yüzey düzgünlüğü ve kenar uyumunun sağlanması için; bitirme frezleri, diskler, polisaj lastikleri ve fırçalarından yararlanılmaktadır (79, 80).

Yalçın ve arkadaşları (80) ile Gedik ve arkadaşları (79), minede sonlanan restorasyonlar için polisaj sistemleri arasında bir fark olmadığını, fakat dentinde biten restorasyonlarda Astrobrush sistemlerin kullanılmasının daha düzgün yüzeyler elde edilmesini sağladığını bildirmiştir.

Bizde bu sebeplerden dolayı çalışmamızda, restorasyonların bitirme işlemlerinde ince grenli elmas kompozit bitirme frezleri, polisaj işlemlerinde ise Astrobrush polisaj sistemlerini kullanmayı tercih ettik.

Kompozit rezin restorasyonların mikrosızıntı ve bağlanma dayanımlarının test edildiği in-vitro çalışmalar, diş hekimlerine değerli bilgiler sunmaktadır. Restorasyonlarda meydana gelen mikrosızıntının tespitinde; boya penetrasyon yöntemi, bakteriyel mikrosızıntı yöntemi, hava basıncı yöntemi, radyoaktif izotop yöntemi, kimyasal işaretleyici yöntem, 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. Restorasyonların bağlanma dayanımının test edildiği çalışmalarda ise genellikle, kolay ve hızlı yapılabilen statik bağlanma dayanım testleri uygulanmaktadır. Mikrogerilim, adeziv materyallerin bağlanma dayanımını geleneksel yöntemlere oranla daha doğru bir şekilde ölçmek üzere geliştirilmiştir (57).

Biz de bu sebeple, kompozit rezinlerin mikrosızıntısının ve bağlanma dayanımının radyasyondan etkilenme derecesini in-vitro olarak test ettiğimiz çalışmamızda, boya penetrasyonu yöntemini ve makaslama bağlanma dayanım testini kullanmayı tercih ettik.

Türkün ve Ergücü, restorasyonların ağız içi ortamdaki durumlarını taklit etmek üzere kullanılan yaşlandırma işlemlerinde en sık tercih edilen yöntemin, termal siklus olduğunu bildirmiştir (57). Termal siklus uygulamalarında genellikle; 5-55°C sıcaklığa sahip banyolar kullanılmakta olup, siklus sayısının 250-500 arasında değişmektedir. Materyallerin ısı banyolarında kalma süresi yaklaşık 30 saniye olarak ayarlanmıştır (65).

Biz de çalışmamızda; literatür bilgileriyle uyumlu şekilde, hazırlamış olduğumuz örnekleri 5°-55°C'lik içeren ısı banyolarında 30'ar saniye süreyle bekleterek 400 kez termal siklus uyguladık.

Türkün ve Ergücü, yaptıkları mikrosızıntı çalışmalarında; %40,8'lik bazik fuksin, %26,5'lik gümüş nitrat veya %20'lik metilen mavisi tercih etmiştir. Bekletme süresini; bazik fuksin için 24-48 saat, gümüş nitrat için 2 saat, metilen mavisi için ise 4 saat olarak belirlemiştir. Bazik fuksinin “propil glikol alkol” de çözünmesi ile elde edilen solüsyonun çürük dentine bağlanabilme özelliğine sahip olduğunu vurgulamıştır (57).

Böyle durumlarda dentinin boyanması hatalı yorumlara neden olabileceğinden çalışmamızda; çürüksüz molar dişleri kullanmayı ve hazırladığımız örnekleri %0,5'lik bazik fuksin çözeltisi içerisinde 24 saat süreyle bekletmeyi tercih ettik.

Materyallerin bağlanma dayanımlarını test eden çalışmalarda; dişlerin yapısal özelliklerinin, test metodunun, test öncesinde bekletme koşullarının, kullanılan materyalin kalitesi ve uygulama şeklinin sonuçlarını etkilediğinden söz edilmektedir. Dişerin çekilmesi sonrasında dentinde birtakım değişikliklerin meydana geldiği, bu sebeple de test zamanına kadar dişlerin bazı solüsyonlar içinde saklanması gerektiği bildirilmiştir. Bu amaca uygun olarak kullanılacak; formalin, timol, etanol, serum fizyolojik, distile su gibi farklı solüsyonlar önerilmiştir. Birçok çalışmada dişler distile su içerisinde bekletilmiştir.

Biz de çalışmamızda, çekilmiş dişleri kullanılacağı zamana kadar distile su içerisinde bekletmeyi tercih ettik.

Kavite preperasyon sınırlarının lokalizasyonu, mikrosızıntı açısından önem büyük taşımaktadır. Minede sonlanan kavitelere daha az mikrosızıntı görülürken sementte biten kavitelere mikrosızıntı önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Mine dokusu gingival bölgede ince olduğundan bu bölgede meydana gelen mikrosızıntı, oklüzale kıyasla daha fazladır. Ayrıca dentine olan bağlantı yapısı ve içeriğindeki farklılıklar nedeniyle mineye olan bağlantıdan daha karmaşık ve hassastır (81).

Gingival bölgede daha fazla mikrosızıntı görülmesinin bir diğer nedeni ise, dentin tübüllerinin yönünün bağlanmayı etkilemesidir. Dik yöndeki dentin tübülleri çevresinde, yatay yöndeki dentin bölgesinden daha kalın hibrit tabakası oluşmaktadır. Class II kavitelere gingival basamaktaki dentin yüzeylerinde iyi bir hibrit tabakasının gerçekleştirilmesi güç olduğundan, bu bölgede daha fazla mikrosızıntı görülmektedir. 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 (82).

Türkün ve Çelik, mine-sement sınırının altında kalan kavitelere diğerlerine oranla daha fazla mikrosızıntı tespit etmiştir (83). Aynı şekilde Küçükeşmen ve Sönmez, mine-sement sınırının altında kalan kavitelere, oklüzal kenarlara oranla daha fazla mikrosızıntı olduğunu bildirmiştir (84) Minakuchi ve arkadaşları (85) ile Gerdolle ve arkadaşları (81), sementte sonlanan kavitelere minede biten kavitelere kıyasla daha fazla mikrosızıntı gerçekleştiğini vurgulamıştır.

Al-Nawas ve arkadaşları, normal değerlerde verilen radyasyonun dişlerin yapısında bir farklılığa neden olmadığını ancak, yüksek dozda verilen radyasyonun minenin interprizmatik bölgesindeki organik komponentlerde ciddi hasarlar oluşturduğunu belirtmiştir. Radyasyonun dişin mine-dentin birleşim bölgesinde morfolojik değişimlere neden olduğunu, bu değişikliklerin bölgenin dayanıklılığını azalttığını ve çözünürlüğü artırdığını tespit etmiştir. Radyasyonun, minenin yapısında düzensiz kırıkların oluşmasına neden olduğu vurgulanmıştır (86).

Springer ve arkadaşları ise, yaptıkları histolojik incelemelerde; radyasyondan etkilenen diş minesinin prizmatik yapısında mikro düzeyde bozulmalar meydana geldiğini açıklamıştır (3). Benzer şekilde Soares ve arkadaşları da, radyasyonun dişlerin organik bileşenlerine ve tübül yapılarına zarar verdiği bilgisini paylaşmıştır (38).

Bulucu ve arkadaşları, Class V kavitelere farklı bağlayıcı ajanlar uyguladıkları rezinlerin radyasyondan sonra mikrosızıntı miktarındaki artış seviyesinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmiştir (87).

Radyasyonun diş sert dokuları üzerine etkileri hakkında farklı iddialar olmasına rağmen, bunlar henüz kesin olarak tanımlanamamıştır. Ayrıca bu çalışmaların çoğu, in-vitro ortamda ve yüksek radyasyon dozlarıyla gerçekleştirilmiştir. Tüm bu nedenlerle radyasyonun mine ya da dentinde meydana getirdiği değişikliğin mikrosızıntı üzerinde nasıl bir etki sergileyeceğini öngörmek oldukça güçtür (74).

Çalışmamızda, radyasyon uyguladığımız gruptaki restorasyonların mikrosızıntı skorlarının daha yüksek çıktığı, ancak bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ($p>0,05$). Class II kaviterin mikrosızıntı açısından en sorunlu bölgeleri arayüz bölgeleridir. Çalışmamızda da, en yüksek mikrosızıntı skorları daha çok aproksimal bölgede izlendi. Radyasyon uygulamasını takiben incelenen okluzal ve gingival bölgedeki mikrosızıntı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen, okluzal bölgede en fazla mikrosızıntı sergileyen materyalin Filtek Z250 olduğu gözlemlendi. Gingival bölgedeki en yüksek mikrosızıntı değeri ise Estelite Posterior materyalinde gerçekleşti.

Besnault ve Attal, self-etch sistemlerin total-etch sistemlere kıyasla dentinde daha az, minede daha fazla mikrosızıntıya neden olduğunu bildirmiştir (88). Benzer şekilde Pradelle-Plase ve arkadaşları da, self-etch uygulanmasının servikal dentinde mikrosızıntıyı azalttığını, minede ise arttırdığını belirtmiştir (89). Opdam ve arkadaşları ise, adeziv sistemler arasında servikal bölgedeki mikrosızıntı skorları arasında bir fark bulunmadığını, self-etch sistemlerin kullanıldığı örneklerde okluzalde daha fazla mikrosızıntı görüldüğünü vurgulamıştır (90).

Çalışmamızda, radyasyon uygulanan Filtek Z250 grubunda oklüzal bölgede gerçekleşen mikrosızıntının kontrol grubuna kıyasla istatistiksel açıdan anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu belirlendi ($p<0,05$). Filtek Z250'nin oklüzal bölgede fazla sızıntı göstermesi beklenmedik bir bulgu olmasına rağmen, özellikle kendinden self-etch sistemlerin zayıf asit içermeleri nedeniyle mineyi pürüzlendirmede ve kalın smear tabakasını eritmede yetersiz kalmaları nedeniyle böyle bir sonuçla karşılaştığımızı düşünmekteyiz.

Kompozit rezinlerde monomerlerin polimere dönüşüm miktarı, polimerizasyon derecesi olarak adlandırılmaktadır. Polimerizasyon derecesinin yüksek olması arzu edilen bir sonuçtur. Kompozit rezinin içerdiği inorganik partikül miktarı polimerizasyon büzülmesini etkileyen bir faktördür (91). Genel olarak, hacimce daha yüksek oranda doldurucu partikül içeren rezinlerde, daha az polimerizasyon büzülmesi meydana gelir (92).

TEGDMA içeren kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülme miktarları daha fazla olmaktadır. TEGDMA, Bis-GMA ile karşılaştırıldığında daha düşük molekül ağırlığına sahip bir monomerdir. Daha küçük partiküllü monomerlerin kullanımı viskoziteyi azaltmakta ve polimerizasyon büzülmesini artırmaktadır. Büyük molekül ağırlıklı monomerlerin karışıma eklenmesi, rezinin büzülme oranını azaltabilmektedir (91). UDMA, yüksek molekül yapısına sahip bir monomerdir. Organik matriksteki bu moleküllerin kombinasyon formu, polimerizasyon büzülmesinin düşük olmasını sağlamaktadır (93).

Polimerizasyon büzülmesinin en önemli sonucu, yapı içinde oluşan streslerdir. Bu stresler kavite duvarı ile kompozit rezin arasında bağlanma sorunlarına neden olmaktadır. Son zamanlarda bu sorunu yenebilmek için üzerinde en fazla çalışılan konu, adeziv sistemler olmuştur. Adeziv sistemlerin, kompozit rezinlerin polimerizasyonu sırasında ortaya çıkan streslere karşı koyması beklenmektedir (94).

Restorasyonların bağlanma dayanımı üzerinde, kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülmesi, oklüzal stresler, su emilimi ve hidrolitik aktivitelerin büyük önem taşıdığı ifade edilmektedir (65). Bu faktörler, adeziv restorasyonların uzun dönem dayanıklılığını da etkilemektedir (95). Radyoterapinin farklı dozlarının

restoratif materyallerin bağlanma gücünü ölçen çalışmaların sonuçları birbirinden oldukça farklıdır. Bazı araştırmaların sonucu radyoterapinin bağlanma gücünü arttırdığından söz ederken, bazıları değiştirmediğini, bazıları ise düşürdüğünü vurgulamaktadır (38).

Radyasyona maruz kalan minenin, mekanik özelliklerinde bozulmalar meydana gelmektedir (63). Bununla birlikte, radyasyon uygulamalarının minenin hidroksiapatit kristallerini etkilemediği ve dişlerin iç neminin değişmeden kalabildiği belirtilmiştir. Mine dokusu, daha az organik içeriğe sahip olması nedeniyle radyasyondan daha az etkilenmektedir. Oklüzal kaviterlerde mine duvarlarının daha kalın olması, radyasondan daha az etkilenmesine sebep olmaktadır. Resin uygulanması sonrasında radyasyona maruz kalınması rezin-dentin arayüzünde etkili olurken, rezin uygulanmadan önce radyasyona maruziyet ise dentinin kollajen liflerini etkilemektedir (96). Radyasyonun dentinde meydana getirdiği değişiklikler; sertliğin, aşınma direncinin ve gerilme gücünün azalması, mine-dentin bileşiminde ve kollajenlerde hasarı oluşması şeklinde etkisini göstermektedir (38).

Radyasyon hem kollajen hem de non-kollajen yapılar üzerinde değişikliklere neden olmaktadır (97). Radyasyon uygulamaları sırasında yaklaşık 42-43°C'lik sıcaklığın, termal yaralanmalara neden olduğu belirtilmektedir. Dentinde daha çok tip I kollajen mevcuttur. Yumuşak dokulardaki tip I kollajen molekülleri, 43-60°C'de irreversible olarak denatüre olmaktadır. Bununla birlikte, dentindeki kollajen moleküllerinin 175°C'nin altında stabil kaldığı, denatürasyon meydana gelebilmesi için 175-200°C'lik sıcaklık gerektiği belirtilmiştir (98). Bu durumda, dentinde radyoterapiye bağlı bağlanma dayanımı başarısızlığının nedeninin sıcaklığın etkisi olduğu düşünülemez. Darchuk ve arkadaşları, radyasyonun yüksek dozlarının dentinin kollajen zincirinin yıkımıyla sonuçlandığını açıklamıştır (97).

Mikrosızıntı ve bağlanma dayanımının değerlendirilmesinde SEM araştırmalarının, bulguların yorumlanmasına katkı sağladığı ifade edilmektedir. Biz de çalışmamızda, örneklerin bağlanma dayanımı sonuçlarını daha ayrıntılı yorumlayabilmek için kopma yüzeylerini SEM ile inceledik. Ancak, literatürde çalışmamızın bulgularını karşılaştırabileceğimiz bir araştırmaya rastlamadık. Bununla birlikte, radyasyon uyguladığımız grupların bağlanma değerlerinde

istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma tespit ettik. Kullandığımız kompozit rezin materyallerin bağlanma dayanımları arasındaki farklılığın, istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirledik. En yüksek bağlanma dayanımı değerlerini mikrohibrit esaslı Filtek Z250 kompozit rezin sergilerken, bunu sırasıyla nanohibrit esaslı Estelite Posterior kompozit rezin ve hibrit esaslı Charisma Classic kompozit rezin takip etti.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Çalışmamızın sonucunda; çekilmiş dişlere iyonize radyasyon uygulanmasının ardından yapılan kompozit rezin restorasyonların mikrosızıntı miktarı artarken, bağlanım dayanımları azalmıştır.
2. Gerek radyasyon uygulanan deney grubunda gerekse kontrol grubunda kullanılan üç farklı kompozit rezin materyalinin mikrosızıntı skorları arasındaki farklılığın, istatistik olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.
3. Restorasyonların gingival kenarlarında daha fazla mikrosızıntı tespit edilirken, hiçbir materyalin gingival mikrosızıntı oluşumunu tam olarak önleyemediği tespit edilmiştir.
4. Gerek radyasyon uygulanan deney grubunda gerekse kontrol grubunda kullanılan kullanılan üç farklı kompozit rezin materyalinin bağlanım dayanım değerleri arasındaki farklılığın, istatistik olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.
5. Ne kadar iyi hazırlansa da, laboratuvar düzeneklerinin ağız içi ortamı ve hasta davranışlarını bire bir taklit etmesinin mümkün olmaması, klinik çalışmaları daha önemli kılmaktadır.
6. Baş-boyun radyoterapi gören hastalar, 6-12 ay sonrasında radyasyon çürüğü oluşma riski altındadır. Radyoterapi sırasında hastanın yapay tükrük kullanmaya başlaması, ağız hijyenine daha fazla dikkat etmesi, beslenme alışkanlıklarını değiştirmesi ve diş hekiminin tavsiyelerini dinlemesi bu tür çürüklerin azaltılması açısından önemlidir.
7. Radyasyon uygulamalarında meydana gelebilecek zararlı etkilerin azaltılması için, çürükten korunma prensiplerinin ve oral dokuları koruyucu tedbirlerin ön planda tutulması gerekmektedir. Radyasyon tedavisi sonrası oluşabilecek fırsatçı enfeksiyonlara karşı hasta takibi iyi yapılmalı ve hastanın gereksinimleri dikkate alınarak dental problemleri giderilmelidir.

7. KAYNAKÇA

1. Güran Ş. Kanserden Korunma. Gülhane Tıp Dergisi 2005; 47: 324-6.
2. Andrews N, Griffiths C. Dental complications of head and neck radiotherapy: Part 2. Australian dental journal 2001; 46(3): 174-82.
3. Springer IN, et al. Radiation caries--radiogenic destruction of dental collagen. Oral Oncol 2005; 41(7): 723-8.
4. Yu T, et al. Delay in diagnosis of head and neck cancers 2007; University of Toronto.
5. Andrews N, Griffiths C. Dental complications of head and neck radiotherapy: part 1. australian dental journal 2001; 46(2): 88-94.
5. Andrews, N. Griffiths C.. Dental complications of head and neck radiotherapy: part 3. australian dental journal 2001. 46(2): 188-94.
6. Beyzadeoglu M, Dincoglan F, Sager O. Complications of head and neck radiotherapy and management, in radiation therapy for head and neck cancers 2015; 221-232.
7. Kielbassa AM, Et Al. radiation-related damage to dentition. the lancet oncology 2006; 7(4): 326-335.
8. Hu, J-Y, Et Al. Restoration of teeth with more-viscous glass ionomer cements following radiation-induced caries. international dental journal 2002; 52(6): 445-448.
9. Roulet, J.-F., Benefits And Disadvantages Of Tooth-Coloured Alternatives To Amalgam. Journal Of Dentistry 1997. 25(6): P. 459-473.
10. Lang NP, Et Al. Longitudinal Clinical and microbiological study on the relationship between infection with streptococcus mutans and the development of caries in humans. oral microbiology and immunology 1987; 2(1): 39-47.

11. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. the lancet 2007; 369(9555): 51-59.
12. Sonkaya E. Dört farklı tip kompozit rezin materyalden polimerizasyon sonrası salınan artık monomer miktarının karşılaştırılarak değerlendirilmesi 2019.
13. Kirant B. Türkiye'ye özgü beslenmenin diş çürüklerine etkisi 2017; sağlık bilimleri enstitüsü.
14. İpek KD, Yılmaz HÖ. Diyetin Ve karbonhidrat içeriğinin mikrobiyotaya etkisi. cumhuriyet üniversitesi sağlık bilimleri enstitüsü dergisi 2018; 3(2): 29-39.
15. Ünal S. Dört farklı adeziv materyalin antibakteriyel etkilerinin farklı zaman periyotlarında karşılaştırılarak değerlendirilmesi 2021.
16. Savaş S. Farklı içeriklerdeki remineralizasyon ajanlarının remineralizasyon kapasitelerinin ve antimikrobiyal etkinliklerinin değerlendirilmesi 2015.
17. Zero DT. Diagnosis and treatment of dental caries: scientific advances in the united states. the journal of the american dental association 2009; 140: 25-34.
18. Ayaz E. Bulaşıcı olmayan kronik hastalıklar ile ağız ve diş hastalıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi 2019; Namık Kemal Üniversitesi.
19. Ünlüsoy M. Diş Çürüğü saptanan 0-18 yaş arası hastalarda risk faktörlerinin saptanması açısından anemi, hipotiroidi, vitamin d ve çinko eksikliğinin diş çürüğü ile ilişkisinin değerlendirilmesi 2019.
20. Kocabaş G. Beyaz nokta lezyonlarının tedavisinde kullanılan farklı remineralize edici ajanların klinik başarısının değerlendirilmesi 2020.
21. Kamay İC., Diş çürüğü ve tarihteki öyküsü. antropoloji 2015; (29): 17-28.
22. Kes G. Farklı remineralizasyon ajanlarının demineralize minenin yüzey ve yüzey altı mikrosertliğine etkisinin değerlendirilmesi 2020.

23. Yasasever DV, Soydinç HO. Oral mukozanın prekanseröz lezyonları ve kanserlerinde diagnostik önemi olabilecek.
24. Çayır I. Farklı etiyolojik risk faktörlerinin çürük deneyimi üzerine etkisi ve maliyet analizinin değerlendirilmesi 2019.
25. Keleş S. Radyoterapinin farklı dozlarının süt dişlerinin mineral içeriğine ve poliasit modifiye rezin kompozitin bağlanma gücü üzerine etkisi 2013.
26. Çelik Dursun P. Radyoterapinin farklı dozlarının keser dişlerin kuronal kırık ve restorasyon direnci üzerine etkisi 2015.
27. Baykara O. kanser tedavisinde güncel yaklaşımlar. balıkesir sağlık bilimleri dergisi 2016; 5(3): 154-65.
28. Yücel P. Radyasyon onkolojisi ve radyoterapi kavramları Ankara Sağlık Hizmetleri dergisi. 2(1).
29. Selek S. Baş-boyun kanseri tedavisinde yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniğine canlı ortam doz ölçümünün katkısı 2013; Akdeniz Üniversitesi.
30. Jayaraman S, Lanzl LH. Physics of the use of small sealed sources in brachytherapy, in clinical radiotherapy physics 2004; 357-417.
31. Manisalıgil YA, Ayşegül Y. İyonlaştırıcı radyasyonun hücrel ve moleküler düzeydeki etkileri Duzce Medical Journal 2018; 20(2): 50-3.
32. Yeyin N. Radyasyonun biyolojik etkileri. Nükleer Tıp Seminerleri 2015; 3: 139-143.
33. Bourhis J, Etessami A, Lusinci A. New Trends in radiotherapy for head and neck cancer. annals of oncology 2005; 16: 255-7.
34. Rogulj A. Oral complications of head and neck irradiation. Libri Oncol 2017; 45(2-3): 89-93.
35. Sciubba JJ, Goldenberg D. Oral complications of radiotherapy. The Lancet Oncology 2006; 7(2): 175-83.

36. Jham BC, Freire ARDS. Oral complications of radiotherapy in the head and neck. revista brasileira de otorrinolaringologia 2006; 72(5): 704-8.
37. Fränzel W. Effect of tumor therapeutic irradiation on the mechanical properties of teeth tissue. Zeitschrift Für Medizinische Physik 2006; 16(2): 148-154.
38. Soares C. Effect of gamma irradiation on ultimate tensile strength of enamel and dentin. journal of dental research 2010. 89(2): 159-164.
39. Specht L. Oral complications in the head and neck radiation patient. supportive care in cancer 2002; 10(1): 36-9.
40. Yalçın ED. Radyoterapi ve kemoterapi öncesi ve sonrası dental yaklaşımlar.
41. Aguiar GP. A review of the biological and clinical aspects of radiation caries. J Contemp Dent Pract 2009; 10(4): 83-9.
42. Roberson T, Heymann HO, Swift EJ. Sturdevant's art and science of operative dentistry 2006; Elsevier Health Sciences.
43. Karakuyu H. Bulk-Fill Kompozit Rezinler ile geleneksel kompozit rezinlerin klinik olarak karşılaştırılması 2017.
44. Eick JD. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. Dental Materials, 2007; 23(8): 1011-7.
45. Önal B. restoratif dişhekimliğinde maddeler bilgisi. ege üniversitesi yayınları İzmir 2001; 30-62.
46. Dayangaç b. kompozit Rezin Restorasyonlar 2000; Güneş Kitabevi.
47. Moszner N, Klapdohr S. Nanotechnology for dental composites. international journal of nanotechnology 2004; 1(1-2):130-156.
48. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. an application of nanotechnology in advanced dental materials. The Journal of the American Dental Association 2003; 134(10): 1382-90.

49. Kj A. Phillips' science of dental materials. St.Louis:Wb Saunders 2003; 596: 41-43.
50. Burgess J, Walker R, David J. Posterior resin-based composite: review of the literature. Pediatric Dentistry 2002; 24(5): 465-79.
51. Yavuzer S. Farklı rezin simanların porselen dentin arasındaki bağlantı dayanımına etkisinin değerlendirilmesi.
52. Wajdowicz MN, Vandewalle KS, Means MT, Shear Bond strength of new self-adhesive flowable composite resins. General Dentistry 2012; 60(2):104-8.
53. Çelik Ç, Özgünaltay G, Attar N, Çürüksüz servikal lezyonlara uygulanan akışkan restoratif materyallerin kenar uyumu ve yüzey özelliklerinin sem ile değerlendirilmesi The Sem Evaluation Of Marginal Adaptation And. Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi 2007;31(1): 79-88.
54. Owens BM, Johnson WW, Effect of new generation surface sealants on the marginal permeability of class V resin composite restorations. Operative Dentistry 2006; 31(4): 481- 88.
55. Erdemir U, Yaman B, Diş Hekimliğinde mikrosızıntı ve mikrosızıntı araştırma yöntemleri. Journal Of Istanbul University Faculty Of Dentistry 45(1): P. 25-35.
56. Piva E. Dyes for caries detection: influence on composite and compomer microleakage. clinical oral investigations 2002; 6(4): 244-248.
57. Türkün Ş, Ergücü Z. Estetik restoratif materyallerin mikrosızıntı çalışmalarında kullanılan gereç ve yöntemlerin karşılaştırılması. Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2004; 21(2): P143-51.
58. Ayyıldız S, Uyar A, Yüzügüllü B. Diş Hekimliğinde mikrosızıntı ve inceleme yöntemleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Dergisi 2009; 19(3):219-26.

59. Karadağ AGS. Mikrosizinti araştırma teknikleri ve mikrosizintiyi etkileyen faktörler. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2005; 2:80-88.
60. Eren D. Farklı adeziv sistemlerin ve kompozit rezinlerin birbirleri arasında değiştirilerek kullanılmasının mikro-makaslama bağlanma dayanımı ve mikrosizinti yönünden incelenmesi 2006.
61. Sadek FT. Microtensile bond strength of current dentin adhesives measured immediately and 24 hours after application. Journal Of Adhesive Dentistry, 2005; 7(4).
62. Özel Bektaş Ö. Farklı ışık kaynaklarının ve ışık uygulama tekniklerinin kompozit rezinlerdeki polimerizasyon büzülmesi ve dentine bağlanma dayanımlarına etkisinin incelenmesi 2006.
63. El-Araby AM, TalicnYF The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin. j contemp dent pract 2007; 8(2): 17-24.
64. As A, Am K. An in vitro study comparing nano-composite microleakage with and without hydroxyapatite-reinforced glass ionomer cement and cention n as a base material in class i cavity. Pakistan Journal Of Medical & Health Sciences 2022; 16(05): 400-1.
65. HashimotoM. in vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. Journal Of Dental Research 2000; 79(6): 1385-91.
66. Boyle P, Levin B. World cancer report Lyon Iarc PressvInternational Agency For Research On Cancer 2008; 510.
67. Kielbassa A. In situ induced demineralization in irradiated and non-irradiated human dentin. european journal of oral sciences 2000;108(3): 214-21.
68. Silva ARS. Radiation-related caries and early restoration failure in head and neck cancer patients. A polarized light microscopy and scanning electron microscopy study. Supportive Care In Cancer 2010; 18(1): 83-87.

69. Haveman CW. Three restorative materials and topical fluoride gel used in xerostomic patients: a clinical comparison. The Journal Of The American Dental Association 2003; 134(2): 177-184.
70. Geerts SO. Microleakage after thermocycling of three self-etch adhesives under resin-modified glass-ionomer cement restorations. International Journal Of Dentistry 2010.
71. Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins (“compomers”) and their use in clinical dentistry. Dental Materials 2007; 23(5): 615-22.
72. Lund RG. Two year clinical wear performance of two different polyacid modified resin composites in posterior permanent teeth 2008.
73. Karaarslan EŞ. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde 2000-2007 Yılları arasında posterior restoratif materyal seçimi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2008; 9(2): 57-61.
74. Dewaelen M. Class II Restorations: Influence of a liner with rubbery qualities on the occurrence and size of cervical gaps. European Journal Of Oral Sciences 2006; 114(6): 535-541.
75. Reis AF. The effects of filling techniques and a low-viscosity composite liner on bond strength to class ii cavities. journal of dentistry 2003; 31(1): 59-66.
76. Tekçe N. Üç farklı kompozit materyalinin yüzey sertliği üzerinde polimerizasyon süresinin etkisi. Türkiye Klinikleri Journal Of Dental Sciences 2015; 21(2).
77. Tsai PC, Meyers IA, Walsh LJ. Depth of cure and surface microhardness of composite resin cured with blue led curing lights. dental materials 2004; 20(4): 364-369.
78. Moon HJ, Effects Of various light curing methods on the leachability of uncured substances and hardness of a composite resin. Journal Of Oral Rehabilitation 2004; 31(3): P. 258-64.

79. Gedik R. Surface roughness of new microhybrid resin-based composites. the journal of the American Dental Association 2005; 136(8): 1106-1112.
80. Yalçın 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(5): 18-25.
81. Gerdolle DA, Mortier E, Droz D. Microleakage and polymerization shrinkage of various polymer restorative materials. Journal Of Dentistry For Children 2008; 75(2): 125-33.
82. Gallo J, Bates ML, Burgess JO. Microleakage and adaptation of class ii packable resin-based composites using incremental or bulk filling techniques. American Journal Of Dentistry 2000; 13(4): 205-8.
83. Türkün LS, Celik EU. Noncarious class v lesions restored with a polyacid modified resin composite and a nanocomposite: a two-year clinical trial. J Adhes Dent 2008; 10(5): 399-405.
84. Küçükeşmen Ç, Sönmez H, Microleakage of class-v composite restorations with different bonding systems on fluorosed teeth. european journal of dentistry 2008; 2(01): 48-58.
85. Minakuchi S, Munoz CA, Jessop N. Effect of flexural load cycling on microleakage of extended root caries restorations. Oper Dent 2005; 30(2): 234-8.
86. Al-Nawas B. Using ultrasound transmission velocity to analyse the mechanical properties of teeth after in vitro, in situ, and in vivo irradiation. clinical oral investigations 2000;4(3):168-72.
87. BulucuB. Influence of radiation on bond strength. Journal Of Adhesive Dentistry 2006; 8(4).
88. Besnault C, Attal JP. Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesive systems in class ii composite restorations Journal Of Dentistry 2002;30(1):1-6.

89. Pradelle Plasse N. Effect of dentin adhesives on the enamel-dentin/composite interfacial microleakage. *American Journal Of Dentistry* 2001; 14(6): 344-8.
90. Opdam NJ. Porosities and voids in class i restorations placed by six operators using a packable or syringable composite. *Dental Materials*, 2002; 18(1):58-63.
91. Aw T, Nicholls J. Polymerization shrinkage of densely-filled resin composites. *Operative Dentistry* 2001; 26(5): 498-504.
92. Dewaele M. Volume contraction in photocured dental resins: the shrinkage-conversion relationship revisited. *Dental Materials*, 2006; 22(4): 359-65.
93. Obici A. Effect of the photo-activation method on polymerization shrinkage of restorative composites. *Operative Dentistry* 2002; 27(2):192-8.
94. Feilzer A. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Journal Of Esthetic And Restorative Dentistry* 2000; 12(1): 56.
95. Abo T, Uno S, Sano H. Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self-etching primer system. *European Journal Of Oral Sciences* 2004; 112(3): 286-92.
96. Baker DG. The Radiobiological basis for tissue reactions in the oral cavity following therapeutic x-irradiation: a review. *Archives Of Otolaryngology*, 1982; 108(1):21-24.
97. Darchuk L. Molecular spectroscopy study of human tooth tissues affected by high dose of external ionizing radiation (caused by nuclear catastrophe of chernobyl plant), In *Current Topics In Ionizing Radiation Research* 2012 Intechopen.
98. Bachmann L, Gomes AS, Zezell DM. Collagen absorption bands in heated and rehydrated dentine. *spectrochimica acta part a: molecular and biomolecular spectroscopy* 2005; 62(4-5): 1045-9.

8. EKLER

EK-1: ETİK KURUL ONAY FORMU



DİCLE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
YEREL ETİK KURUL KARARLARI



Committed to excellence

Protokol No: 2021-64

Tarih: 29.12.2021

TANIMLAYICI BİLGİLER	
Sorumlu Araştırmacı Unvanı / Adı	Dr. Öğretim Üyesi Şeyhmus BAKIR
Kurumu / Anabilim / Bilim Dalı	Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı
Araştırmacı (Protokol) Kodu	2021-64
Yürütücülüğünü Dr. Öğretim Üyesi Şeyhmus BAKIR'ın yaptığı "Radyasyon Uygulamasının, Kompozit Rezinlerin Bağlanma Dayanımı Ve Mikrosızıntısına Etkisinin Değerlendirilmesi" başlıklı, 2021-64 Protokol no.lu çalışma Etik Kurulumuz tarafından görüşülmüş olup, Etik Kurallara UYGUN OLDUĞUNA , Oy Çokluğu –Oy Birliği ile karar verilmiştir.	

DiĞER ARAŞTIRMACILAR

No	Unvanı	Adı / Soyadı
1	Dt. / Araş. Görevlisi	Adem ÖZELER
2	Dr. Öğretim Üyesi	Elif Pınar BAKIR

Görevi	Adı Soyadı	Birimi	Evet	Hayır	İmza
Başkan	Prof. Dr. Köksal BEYDEMİR	Diş.Hek.Fak. Protetik Diş Tedavisi A.D.			
Başkan Yrd.	Prof. Dr. Seher Gündüz ARSLAN	Diş.Hek.Fak. Ortodonti A.D.			
Raportör	Dr. Öğretim Üyesi Nedim GÜNEŞ	Diş.Hek.Fak. Ağız, Diş Ve Çene Cerrahisi A.D			
Üye	Prof. Dr. Ahmet DAĞ	Diş. Hek.Fak. Periodontoloji A.D.			
Üye	Prof. Dr. Sema ÇELENK	Diş.Hek. Fak. Çocuk Diş Kliniği A.D.			
Üye	Prof. Dr. Selahattin ATMACA	Tıp Fak. Mikrobiyoloji A.D			
Üye	Prof. Dr. M. Zülküf AKDAĞ	Tıp Fak. Biyofizik A.D.			
Üye	Prof. Dr. Hasan AKKOÇ	Tıp Fak. Farmakoloji A.D.			
Üye	Dr. Öğretim Üyesi Ersin UYSAL	D.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yük. Okulu			
Üye	Dr. Öğretim Üyesi Elif Pınar BAKIR	Diş.Hek.Fak. Restoratif Diş Tedavisi A.D			
Üye	Av. Evin DAŞ	D.Ü Hukuk Müşavirliği			



9. ORJİNALLİK RAPORU

Adem ÖZELER tez

ORJİNALLİK RAPORU

% 11	% 11	% 2	% 3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 3
2	acikerisim.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	% 3
3	Submitted to Dicle University Öğrenci Ödevi	% 1
4	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
5	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	% 1
6	acikerisim.dicle.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
7	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	<% 1
8	acikerisimarsiv.selcuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
9	acikerisim.kku.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1

10	"Abstracts of Papers", Journal of Dental Research, 2002. Yayın	<% 1
11	eskidergi.cumhuriyet.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
12	openaccess.bezmialem.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
13	dishekimligi.turkiyeklinikleri.com İnternet Kaynağı	<% 1
14	Submitted to Trakya University Öğrenci Ödevi	<% 1
15	acikerisim.ikc.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
16	acikerisim.ybu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
17	earsiv.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
18	BEK, Gonca, ELİGÜZELOĞLU, Evrim, ARISU, Hacer, Deniz, ÜÇTAŞLI, Mine Betül, ÖMÜRLÜ, Hüma and TÜRKÖZ, Emin. "Akışkan kompozit rezinlerin dentine mikrogerilim bağlanma dayanımı üzerine etkileri", Gazi Üniversitesi, 2008. Yayın	<% 1
19	dspace.trakya.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	

		<% 1
20	www.jopdentonline.org İnternet Kaynağı	<% 1
21	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<% 1
22	docs.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
23	drsertac.com İnternet Kaynağı	<% 1
24	www.gecekitapligi.com İnternet Kaynağı	<% 1
25	acikerisim.akdeniz.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
26	acikerisim.sakarya.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
27	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
28	ittes.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
29	libratez.cu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
30	"Full Issue PDF", Operative Dentistry, 2016 Yayın	<% 1

31

OLCAY, Keziban, ATAÖĞLU, Hanife and BELLİ, Sema. "Endodontik sebeplerle çekilmiş dişlerin mineral içeriğinin SEM-EDX yöntemi ile incelenmesi", Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 2016.

Yayın

<% 1

Alıntıları çıkart

Kapat

Eşleştirmeleri çıkar

< 5 words

Bibliyografyayı Çıkart üzerinde