

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ



ALT VE ÜST 1.MOLAR DİŞLERDE FARKLI MİNİMAL İNVAZİV GİRİŞ
KAVİTE PREPARASYONLARININ RENKLENME ÜZERİNE ETKİSİNİN
SPEKTROFOTOMETRİK ANALİZ YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ
DT. AYŞE GAMZE KOCA

BOLU, Kasım-2024

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

DT. AYŞE GAMZE KOCA



**ALT VE ÜST 1.MOLAR DİŞLERDE FARKLI MİNİMAL İNVAZİV GİRİŞ
KAVİTE PREPARASYONLARININ RENKLENME ÜZERİNE ETKİSİNİN
SPEKTROFOTOMETRİK ANALİZ YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

ENDODONTİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ MELİS OYA ATEŞ

KASIM-2024
BOLU

ÖZET

ALT VE ÜST 1.MOLAR DIŞLERDE FARKLI MİNİMAL İNVAZİV GİRİŞ KAVİTE PREPARASYONLARININ RENKLENME ÜZERİNE ETKİSİNİN SPEKTROFOTOMETRİK ANALİZ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, alt ve üst molar dişlere açılan farklı minimal invaziv giriş kavite tasarımlarının renklenme üzerine etkisi spektrofotometrik analiz yöntemi ile değerlendirildi.

Mevcut çalışmaya, herhangi bir çürüğü ve restorasyonu bulunmayan 40 adet alt molar ve 40 adet üst molar diş dahil edildi. Dahil edilen üst molar dişler kendi aralarında rastgele 4 ana gruba (n=10), alt molar dişler de rastgele 4 ana gruba (n=10) ayrıldı. DOM altında üst ve alt molar dişlere sırasıyla; geleneksel, konservatif, ultra konservatif ve truss giriş kaviteleri açıldı. Çalışma boyu belirlendikten sonra kök kanalları Reciproc R25 yardımıyla prepare edildi. Final irrigasyonunda sırasıyla %5'lik NaOCl, %17'lik EDTA ve %5'lik NaOCl kullanıldı. 20 numara Irrisafe ultrasonik uç ile irrigasyon aktivasyon prosedürü gerçekleştirildi. Kanallar paper point ile kurulandıktan sonra R25 güta perka ile tek kon tekniğiyle dolduruldu. Kanal patı olarak AH Plus kullanıldı. Güta perka mine sement sınırında kesildikten sonra diş A2 kompozitle restore edildi. Çalışmadaki örneklerin renk ölçümleri Commission International de l'Eclairage'in standartlarına uygun bir biçimde işlem öncesi, işlemden sonra ve 1, 7, 30 ve 60. günde olacak şekilde 6 farklı zaman diliminde Vita Easyshade V spektrofotometre cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. Renk ölçümleri aynı operatör tarafından, beyaz ışık altında spektrofotometrenin ucu dişlerin vestibül yüzeyinde daha önceden yapılmış kompozit çerçeveye yerleştirilerek aynı noktadan üç kez tekrarlandı. Her ölçümde L*, a* ve b* değerleri kaydedildi ve ortalaması alınarak ΔE değerleri hesaplandı. Renk değişiminin klinik olarak algılanabilirlik eşiği 3,3 birim olarak kabul edildi. Elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edildi.

Mevcut çalışmada test edilen gruplarda çeşitli zaman aralıklarında başlangıça kıyasla klinik olarak algılanabilir renk değişimi ($\Delta E > 3.3$) gözlemlendi. Mevcut çalışmanın sonucunda, üst molar dişlere açılan farklı giriş kaviteleri kıyaslandığında, geleneksel giriş kavitesinin açılmasını takiben 1. ayda başlangıça kıyasla daha fazla renklenme meydana

geldiği tespit edildi. Test edilen diğer gruplar arasında, renklenme açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

Anahtar Kelimeler : Minimal invaziv endodonti, Geleneksel giriş kavitesi, konservatif giriş kavitesi, Ultra konservatif giriş kavitesi, Truss giriş kavitesi, Diş renklenmesi, Spektrofotometre



ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT MINIMALLY INVASIVE ACCESS CAVITY PREPARATIONS ON DISCOLORATION IN LOWER AND UPPER FIRST MOLARS BY SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS METHOD

In this study, the effect of different minimally invasive access cavity designs opened to the upper and lower molars on discoloration was evaluated by spectrophotometric analysis method.

40 lower molars and 40 upper molars without any caries/restorations were included. Upper molars were randomly divided into 4 main groups (n=10), the lower molars were randomly divided into 4 main groups (n=10). Under DOM, traditional, conservative, ultra-conservative and truss access cavities were opened. After determining the working length, the root canals were prepared with Reciproc R25. 5%NaOCl-17%EDTA-5%NaOCl were used in the final irrigation. The irrigation activation procedure was performed with #20 Irrisafe ultrasonic tip. After the canals were dried with paper points, they were filled with R25 gutta percha using a single cone technique. AH Plus was used. Gutta percha was cut at the cemento-enamel junction. The tooth was restored with A2 composite. Color measurements were performed using the Vita Easyshade V spectrophotometer in accordance with the standards of Commission International de l'Eclairage at 6 different time periods; before, after and on days 1, 7, 30 and 60. Color measurements were repeated three times from the same point by the same operator under white light by placing the tip of the spectrophotometer on the previously made composite frame on the vestibule surface of the teeth. L*, a* and b* values were recorded and ΔE values were calculated by taking the average. The clinically perceptible threshold of color change was accepted as 3.3 units. The obtained data were analyzed statistically.

Clinically perceptible color change ($\Delta E > 3.3$) was observed in the tested groups at various time. When different access cavities were compared to the maxillary molars, it was found that more discoloration occurred at 1 month after the traditional access cavity was opened. No statistically significant difference was found in the other tested groups.

Keywords: Minimally invasive endodontics, Traditional access cavity, Conservative access cavity, Ultra-conservative access cavity, Truss access cavity, Tooth discoloration, Spectrophotometer



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
ŞEKİL LİSTESİ	xii
TABLO LİSTESİ	1
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	2
TEŞEKKÜR.....	3
1. GİRİŞ.....	4
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1 Minimal İnvaziv Diş Hekimliği.....	6
2.2 Minimal İnvaziv Endodonti	6
2.3 Giriş Kavitesi Prensipleri.....	7
2.4 Geleneksel Giriş Kavitesi	8
2.4.1 Üst Birinci Molar Dişin Anatomisi ve Endodontik Giriş Kavitesi.....	9
2.4.2 Alt Birinci Molar Dişin Anatomisi ve Endodontik Giriş Kavitesi ...	11
2.5 Minimal İnvaziv Giriş Kavitesi	12
2.6 Dental Operasyon Mikroskobu	15
2.7 Kök Kanallarının Preparasyonu.....	16
2.7.1 Reciproc.....	17
2.8 Kök Kanallarının Dezenfeksiyonu.....	17
2.8.1 İrrigasyon Solüsyonları.....	19
2.9 İrrigasyon Aktivasyon.....	20
2.10 Diş Renklenmeleri ve Etiyolojisi	22
2.10.1 Sistemik İntrinsik Nedenler.....	23
2.10.2 Lokal İntrinsik Nedenler	26
2.10.3 Ekstrinsik Nedenler	30
2.11 Diş Renginin Algılanması ve Ölçülmesi	30
2.12 Renk Sistemleri.....	31
2.12.1 Munsell Renk Sistemi	31
2.12.2 CIELAB Renk Sistemi	32
2.13 Diş Rengi Ölçüm Yöntemleri	33
2.13.1 Görsel Ölçüm	33
2.13.2 Enstrümantal Ölçüm.....	34
3. GEREÇ VE YÖNTEM	37
3.1 Örneklem Büyüklüğü Hesaplanması	37
3.2 Dişlerin Seçimi	37
3.2.1 Dişlerin Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri;	38
3.2.2 Kullanılacak Dişlerin Çalışmadan Hariç Tutulma Kriterleri;.....	38
3.3 Örneklerin Hazırlanması.....	39

3.4 Çerçeve Oluşturulması.....	39
3.5 Geleneksel, Konservatif, Ultrakonservatif ve Truss Giriş Kavitelerinin Hazırlanması 40	
3.6 Dişlerin Resiproc ile Şekillendirilmesi, Dolumu ve Restorasyonu	44
3.7 Renk Ölçümü	45
3.8 İstatistiksel Analiz.....	47
4. BULGULAR	48
5. TARTIŞMA.....	53
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
7. KAYNAKLAR.....	64
8. EKLER	83



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Munsell Renk Sistemi (177)	31
Şekil 2.2. CIELAB Renk Sistemi.....	32
Şekil 3.1. Çalışmaya dahil edilen dişler	38
Şekil 3.2. Çerçeve oluşturulması.....	40
Şekil 3.3. Üst 1. molar dişte geleneksel giriş kavitesi açılması	40
Şekil 3.4. Üst 1. molar dişte konservatif giriş kavitesi açılması	41
Şekil 3.5. Üst 1. molar dişte ultra konservatif giriş kavitesi açılması.....	41
Şekil 3.6. Üst 1. molar dişte truss giriş kavitesi açılması.....	42
Şekil 3.7. Alt 1. molar dişte geleneksel giriş kavitesi açılması.....	42
Şekil 3.8. Alt 1. molar dişte konservatif giriş kavitesi açılması.....	43
Şekil 3.9. Alt 1. molar dişte ultra konservatif giriş kavitesi açılması	43
Şekil 3.10. Alt 1. molar dişte truss giriş kavitesi açılması	44
Şekil 3.11. Satelec P5 Newtron XS ultrasonik cihaz	45
Şekil 3.12. #20 numara Irrisafe ultrasonik uç	45
Şekil 3.13. Vita Easyshade V Spektrofotometre.....	46
Şekil 3.14. Diş renginin ölçülmesi	46
Şekil 4.1. Tüm gruplardan seçilmiş birer dişin T0, T1, T2, T3, T4 ve T5 zaman aralıklarında fotoğraflandırılması	52

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Giriş kavitesi sınıflandırmasını gösteren bir diyagram	13
Tablo 2.2. Diş Renklenmeleri Etiyolojisi	23
Tablo 4.1. Grup A, B, C ve D'ye göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması	48
Tablo 4.2. Grup E, F, G ve H göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması	49
Tablo 4.3. Grup A ile Grup E ΔE değerlerinin karşılaştırılması	49
Tablo 4.4. Grup B ile Grup F ΔE değerlerinin karşılaştırılması	50
Tablo 4.5. Grup C ile Grup G ΔE değerlerinin karşılaştırılması	50
Tablo 4.6. Grup D ile Grup H ΔE değerlerinin karşılaştırılması	51
Tablo 4.7. Her bir grup içerisinde zamana göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması	51

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

CIE	: Commission International de l'Eclairage
DD	: Dentin Displazisi
DGI	: Dentinogenesis İmperfekta
DOM	: Dental Operasyon Mikroskobu
EDTA	: Etilendiamintetraasetik Asit
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
MB	: Meziyobukkal
MB1	: Meziyobukkal 1. Kanal
MB2	: Meziyobukkal 2. Kanal
MDA	: Manuel Dinamik Aktivasyon
MTA	: Mineral Trioksit Agregat
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
NiTi	: Nikel Titanyum
PUI	: Pasif Ultrasonik İrrigasyon
SI	: Sonik İrrigasyon

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 223S491 numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

Uzmanlık eğitim sürecim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve tezimde katkıları olan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Melis Oya ATEŞ'e,

Aramıza uzun süre sonra katılmış olsa da, geldiği andan itibaren uyum ve enerjimizin aynı frekansta bulunduğu ve tez sürecinde yardımlarını benden esirgemeyen sevgili asistan arkadaşım Selin BIÇAKLIOĞLU'na,

Uzmanlık eğitimi boyunca her koşulda yardımımıza gerçek anlamıyla koşan, tüm sorularımızı yanıtlayan ve güzel anılar biriktirdiğimiz kıdemli asistanlarımız Mümine KARADAĞLI, Rabia Hacer ALTUNTAŞ, Merve IŞIK ve Anıl Berker CENGİZ'e,

Endodonti anabilim dalı çatısı altında birlikte çalıştığımız vaktimizin büyük bölümünü birlikte geçirdiğimiz ve her zaman birbirimize destek olduğumuz sevgili eş kıdemli arkadaşlarım İlker Dinçer ERTÜRK ve Önder ÇAM'a ve diğer asistan arkadaşlarıma,

Uzmanlık eğitimim boyunca sevgisini her zaman hissettiğim, karşılaştığım her zorlukta beni destekleyen ve yapabileceğimi her daim hatırlatan, her koşulda yardımını gösteren değerli erkek arkadaşım Oğuz ÖZYAMAN'a ,

Hayatımda her daim yanımda olan, sevgisini her koşulda göstermeye çalışan annem Şükriye KOCA, babam Yaşar KOCA ve abim Alper KOCA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Endodontik tedavi; pulpa kuafajı, pulpotomi, pulpektomi, kök kanallarının ve çevreleyen periapikal dokunun hem cerrahi hem de cerrahi olmayan tedavisini içermektedir (1). Bir endodontik tedavinin başarılı olabilmesi için giriş kavitesi hazırlığı en önemli adımlardan birisidir (2). Endodontik giriş kavitesinin hazırlanması karmaşık olabilmekle birlikte tedavinin başarılı olabilmesi için ideal bir kavite hazırlanması çok büyük bir öneme sahiptir (3).

Günümüze kadar, endodontik giriş kavitesinin ana hatları her diş tipi için standardize edilmiş ve tasarımı "uygun form" ve "koruma amacıyla genişletme" (4) ilkelerini takip etmiştir. Bu endodontik yaklaşımın temel amacı, kök kanal orifislerine yeterli erişim ve görünürlük amacıyla pulpa odasının tavanının tamamen kaldırılmasını sağlamak ve aynı zamanda prosedürel hata riskini sınırlandırmaktır (2, 5, 6) ; ancak, diş dokusunun korunmasına çok az önem verilmiştir.

Minimal invaziv diş hekimliği temel olarak çürük lezyonlarının erken teşhisine, malzeme ve tekniklerdeki gelişmelerle çürük ilerlemesinin azaltılmasına, lezyonların önlenmesine ve diş dokularının en az hasarla restoratif tedavisine odaklanmaktadır (7).

Minimal invaziv endodonti, diş dokularını maksimum düzeyde koruyarak hastalıkları önlemeyi ve tedavi etmeyi amaçlayan modern bir yaklaşımdır. Uygulamalı bilimler, büyütme ve görüntüleme tekniklerindeki teknolojik gelişmeler göz önüne alındığında, tıp ve diş hekimliği alanlarında minimal invaziv tedavilerin kullanımı benimsenmektedir. Minimal invaziv giriş kavitesi tasarımlarının, periservikal dentini korumak amacıyla endodontide kullanımı tavsiye edilmektedir (6). Periservikal dentin bir stres dağıtıcı işlevi gördüğünden, onu korumak potansiyel olarak kırılma direncini artırabilmektedir. Bu yaklaşım Clark ve Khademi (6) tarafından, periservikal dentin, oblik sırtlar gibi diş sert

dokularının uzaklaştırılmasının ve marjinal sırtların inceltilmesinin potansiyel olarak diş kırılma olasılığını artırabileceği varsayımına dayanarak önerilmiştir (8).

Giriş kavitesinin boyutlarının küçültülmesi bir dizi klinik soruna neden olabilmektedir. Bu nedenle kanal orifislerinin lokalize edilmesi, kanalların dezenfeksiyonu, şekillendirilmesi ve doldurulma işlemleri karmaşılaşarak tedavinin prognozu olumsuz yönde etkilenebilmektedir (9-11). Aynı zamanda, gözden kaçan kanallar, kanal transportasyonu ve/veya alet kırığı gibi iyatrojenik komplikasyon potansiyelini de artırabilmektedir. Pulpa odasının kalan tavan yapısı, diş renginin bozulmasına neden olabilecek mikrobiyal gelişimi destekleyebilmektedir. Küçük açılan giriş kavitesi; pulpa kalıntılarının, dentin kalıntılarının, dolgu malzemelerinin, kök kanal patı ve kompozit gibi diğer materyallerin uzaklaştırılmasını zorlaştırabilmektedir (9-12).

Giriş kavitesi hazırlığına yönelik farklı tasarım alternatifleri, endodonti alanında görece yeni bir trend olarak ortaya çıkmıştır. Bu konuda özel bir isimlendirme henüz yapılmamıştır. Silva ve arkadaşları (11), ortak bir dil ve kendini açıklayıcı kısaltmalar sağlamak amacıyla giriş kavitesi geometrileriyle ilgili yeni bir sınıflandırma önermiştir. Giriş kavitelerini; geleneksel, konservatif, ultra konservatif, truss, çürük odaklı ve restorasyon odaklı giriş kavitesi olmak üzere alt sınıflara ayırmıştır.

Planlanan bu çalışma kapsamında güncel endodontik tedavide kullanılan farklı tipteki giriş kavitesi tasarımlarının diş renklenmesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Farklı giriş kavitesi tasarımlarının kırılma direnci ve diğer özellikler üzerindeki etkisi araştırılmış olmasına rağmen yapılan kapsamlı literatür taramasında giriş kavitesi tasarımının renklenme üzerine etkisinin incelendiği bir çalışma henüz yapılmamıştır. Bu nedenle tasarlanan bu çalışma ile endodontik tedavi sırasında farklı giriş kavite teknikleri kullanımının renklenme üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Minimal İnvaziv Diş Hekimliği

Minimal invaziv diş hekimliği temel olarak çürük lezyonlarının erken teşhisine, malzeme ve tekniklerdeki gelişmelerle çürük ilerlemesinin azaltılmasına, bu lezyonların önlenmesine ve diş dokularının en az hasarla restoratif tedavisine odaklanmaktadır (7). Minimal invaziv diş hekimliği konsepti; yeni restoratif materyallerin varlığı, çürük sürecinin daha iyi anlaşılması, mine ve dentinin remineralizasyon potansiyellerinden yararlanma konusundaki gelişmiş yetenekler nedeniyle giderek daha popüler hale gelmektedir (13). Black'in geleneksel yöntemlerle kavite boyutlarının belirlenmesine dayanan "koruma amacıyla genişletme" ilkesi, minimal invaziv diş hekimliğinde yerini "genişletmenin önlenmesi" ilkesine bırakmaktadır (14). Minimal invaziv diş hekimliği, uygun olduğu durumlarda dişleri ve destekleyici yapıları koruyan bir kavramdır ve klinik diş hekimliğinde giderek kabul görmektedir (15).

2.2 Minimal İnvaziv Endodonti

Endodontik giriş kavitesi hazırlığı, etkili enstrümantasyon ve kök kanalının doldurulması için temel bir ön koşuldur (5). Onlarca yıl boyunca, endodontik giriş kavitesinin ana hatları her diş tipi için standardize edilmekte ve tasarımı "uygun form" ve "koruma amacıyla genişletme" ilkelerini takip etmektedir. Bu endodontik yaklaşımın temel amacı, kök kanal orifis(ler)ine yeterli erişim ve görünürlük sağlamak amacıyla pulpa odası tavanının tamamen uzaklaştırılmasını sağlamak ve prosedürel hata riskini sınırlamaktır; fakat, diş dokusunun korunmasına çok az önem verilmektedir (5, 16, 17). Son on yıl içinde minimal invaziv diş hekimliği alanında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Geçmişte öğretilen geleneksel ilkelerin çoğu eleştirel bir şekilde gözden geçirilmiştir (18, 19).

“Minimal invaziv endodonti”, diş dokularını maksimum düzeyde koruyarak hastalıkları önlemeyi ve tedavi etmeyi amaçlayan modern bir yaklaşımdır (20). Uygulamalı bilimler, büyütme ve görüntüleme tekniklerindeki teknolojik gelişmeler göz önüne alındığında, tıp ve

diş hekimliği alanlarında minimal invaziv tedavilerin kullanımı benimsenmektedir (21). Dental operasyon mikroskobu (DOM) görünürlüğü arttırmakta ve endodontik tedavinin daha konservatif ve öngörülebilir olmasını sağlamaktadır (11). Karmaşık anatomik varyasyonların belirlenmesi ve tespit edilemeyen kanalların lokalize edilmesi konik ışıklı bilgisayarlı tomografik (KIBT) görüntüleme yöntemi kullanılarak önemli derecede artmaktadır (22). Mekanik enstrümantasyon amacıyla kullanılan endodontik eğelerin özelliklerinin geliştirilmesi sayesinde daha yüksek gerilimlere dayanabilmektedir (23). İrrigasyon aktivasyon sistemleri; lateral kanal, istmus gibi kanal sistemindeki prepare edilemeyen alanların dezenfeksiyonuna olanak sağlamaktadır (24).

Endodontide minimal invaziv giriş kavitesi preparasyonları periservikal dentini korumak amacıyla önerilmektedir (16). Periservikal dentin, alveolar krestin 4 mm altında ve 4 mm üstünde yer almaktadır ve diş içindeki fonksiyonel mekanik streslerin dağılımından sorumludur. Periservikal dentini korumak potansiyel olarak dişin kırılma direncini arttırabilmekte ve dişin uzun süreli sağkalımı açısından önemli bir rol oynamaktadır (25). Clark ve Khademi; periservikal dentin, oblik sırtlar ve marjinal sırtların uzaklaştırılmasının dişin fonksiyonel kuvvetler altında kırılma ihtimalini arttıracaklarını varsayarak minimal invaziv yaklaşımları önermişlerdir (8). Giriş kavitesinin boyutlarının küçültülmesi bir dizi klinik soruna neden olabilmektedir. Bu nedenle kanal orifislerinin lokalize edilmesi, kanalların dezenfeksiyonu, şekillendirilmesi ve doldurulma işlemleri karmaşıklaşarak tedavinin prognozu olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bununla birlikte; küçük bir giriş kavitesi, kısıtlı görüş nedeniyle iyatrojenik komplikasyon ihtimalinin artmasına sebep olabilmektedir. Ek olarak, uzaklaştırılmayan pulpa odası tavanı; dişin renginin değişmesine neden olabilecek, mikrobiyal büyümeyi destekleyebilecek, kök kanal dolgu malzemeleri ve kompozitler gibi materyallerin üzerinde olumsuz etkiye sahip olabilecek pulpa kalıntılarının, dentin artıklarının, kanın ve dolgu malzemelerinin uzaklaştırılmasını zorlaştırabilmektedir (26).

2.3 Giriş Kavitesi Prensipleri

Endodontik giriş kavitesi, kök kanal tedavisinin ilk mekanik adımı olup yeterli genişlikte, hatasız ve direkt olarak kök kanallarına girişi sağlamayı amaçlamaktadır (27). İyi bir giriş kavitesi; pulpa odası tavanı, distrofik kalsifikasyonlar, dentinal neoformasyonlar ve

restorasyonlar gibi kök kanal sistemine erişimi engelleyen bütün yapıların uzaklaştırılmasını sağlamalıdır (28, 29).

Giriş kavitesinin amaçları aşağıdaki gibi düşünülebilir:

- Pulpa odasının tavanının tamamının uzaklaştırılması,
- Konik boşluklu duvarların oluşturulması,
- Enstrümanların kanal orifislerine giden pürüzsüz, engelsiz bir giriş yolunun oluşturulması,
- Doğal diş yapısının korunması (30).

Geçmişte, giriş kaviteyi diş tipine bağı olarak standartlaştırılma eğilimindeydi. Modern endodontik teknikler, bir DOM veya büyütme ve daha iyi bir aydınlatma sağlayan loupe yardımıyla kavite sınırları artık çoğunlukla dişin bireysel pulpa odası morfolojisi (kanal eğriliği derecesi, kanal apeksinin tüberkül tepesine göre konumu, kanal uzunluğu, kalsifikasyon derecesi, kanalların boyutu ve şekli) tarafından belirlenmektedir. Kavite açımı dört aşamaya ayrılmaktadır:

- Tedavi öncesi dişin değerlendirilmesi,
- Dişin endodontik tedavi için hazırlanması,
- Pulpa odası tavanının ve koronal pulpa dokusunun uzaklaştırılması,
- Kanallara girişte düz hat erişimi oluşturulması (3).

Bu aşamadaki prosedürlere tam olarak dikkat edilmesi sonucu elde edilecek ideal giriş kavitesi sayesinde; kavitenin dar olması sonucu meydana gelebilecek enfekte diş yapısının tamamen temizlenememesine, pulpa boynuzlarının tam olarak uzaklaştırılamamasına bağı olarak uzun vadede meydana gelen renklenmenin, mevcut olabilecek ekstra kanalların bulunamamasına bağı olarak tedavi başarısızlıklarının ve kavitenin geniş olması sonucu meydana gelebilecek; kuron-kök kırığı ve perforasyonların önüne geçilmiş olmaktadır (31, 32).

2.4 Geleneksel Giriş Kavitesi

Giriş kavitesi, ‘temizlik, şekillendirme ve doldurma amacıyla kök kanalına erişim için diş sert dokularında hazırlanan boşluk’ şeklinde anlatılmaktadır (33). Endodontik tedavinin prognozunu belirleyen adımlardan birisidir. İdeal bir giriş kavitesinin hazırlanması için dişlerin morfolojisi hakkında detaylı bilgiye gereksinim duyulmaktadır (5, 10, 34).

Doğru ve gerekli adımlar izlenmediği takdirde kök kanallarının yeri, debridmanı, dezenfeksiyonu ve doldurulması ciddi şekilde tehlikeye girebilmektedir (5, 35, 36).

Yıllar boyunca, farklı gruplara ait dişler için geleneksel endodontik giriş kaviteleri hazırlanması yalnızca küçük değişikliklerle sabit kalmıştır. "Uygun form" ve "koruma amacıyla genişletme" (4) ilkesi kök kanal sisteminin temizlik, şekillendirme ve doldurma aşamalarını kolaylaştırmaya olanak sağlamakta ve kanal orifislerine düz hatlı bir erişim ile tedavi sırasında meydana gelebilecek iyatrojenik komplikasyon riski önlenmektedir. Bununla birlikte, bu yaklaşım ile diş yapısının kontrollü olarak uzaklaştırılması sağlanmaktadır (3, 4).

Geleneksel giriş kavitesi açılırken; okluzalden bir giriş sağlanması, pulpa odasının tespiti, pulpa odası tavanının uzaklaştırılması, eğenin giriş kavitesinin kenarları ile düzgün temas etmesinin sağlanması ve kanala düz bir giriş yolunun oluşturulması şeklinde sıralanmaktadır (37).

Geleneksel giriş kavitesi; elmas silindir, fissür ve rond frezler yardımıyla pulpa odası tavanını tamamen uzaklaştırarak ve paralel veya diverjan kanal duvarları oluşturarak hazırlanmaktadır. Geleneksel giriş kavitesine okluzal yüzeyden bakıldığında tüm kanal orifislerinin görülmesine izin vermektedir (38).

2.4.1 Üst Birinci Molar Dişin Anatomisi ve Endodontik Giriş Kavitesi

Üst birinci molar diş, en büyük hacme sahip olan posterior bir dişdir. Karmaşık bir kök kanal sistemine sahiptir ve en çok tedaviye ihtiyaç duyan dişlerden birisidir. Endodontik başarısızlık oranı en yüksek olan arka dişler ve tartışmasız en önemli dişlerden biridir (39).

Maksiller arktaki en büyük diş olup, dört adet tüberküle ve meziyopalatinal tüberküle Carabelli ek tüberkülüne sahiptir. Oklüzalden bakıldığında kabaca romboid şeklinde bir dış hattı vardır. İki majör fossa (oblik sırtın meziyalindeki santral fossa ve oblik sırtın distalindeki distal fossa) ve iki minör fossa (sırasıyla meziyal marjinal sırtın hemen distalinde ve distal

marjinal sırtın hemen meziyalinde yer alan meziyal ve distal üçgen fossa) bulunmaktadır (40).

Üst birinci molar diş, meziyobukkal (MB), distobukkal ve palatinal kök olmak üzere üç köke sahiptir. Üst birinci molar dişler, morfolojik olarak oldukça değişken varyasyonlar gösterebilmektedir. MB kök bukkolingual yönde meziyodistale kıyasla daha geniştir ve bu kök genellikle iki kanal içermektedir (41). Green (42) yaptığı klinik çalışmalar sonucu MB köklerde, iki orifis bulunduğunu belirtmektedir. Pineda (43) bu köklerin %42'sinde iki kanal ve iki apikal foramina olduğunu bildirmektedir. Distobukkal kök yuvarlak veya oval kesite sahip olmakla birlikte çoğunlukla tek bir kanala sahiptir. Palatinal kök meziyodistalde bukkolingualden daha geniştir, ovoidal şekildedir ve genellikle tek bir kanal içermektedir. Palatinal kök radyografilerde genellikle düz görünse de, apikal üçte birlik kısımda genellikle bukkal bir eğime sahiptir. Üst birinci molar diş ortalama olarak 7,5 mm kuron uzunluğuna, 13 mm kök uzunluğuna sahiptir (44).

Giriş kavitesi eşkenar dörtgen şeklinde olmalı ve dişin meziyal üçte ikisinde konumlandırılmalıdır. Palatinal kanal, girişi en büyük olan kanaldır ve dişin palatinal yarısının ortasında yer almaktadır. Boyutu ve konumu nedeniyle genellikle bulunması en kolay kanaldır. Palatinal kanal genellikle apikal üçte birlik kısmında bukkale doğru kıvrılmakta ve bu da genellikle radyografiden belirlenen tahmini çalışma uzunluğunun apeks bulucu ile belirlenen gerçek uzunluğundan daha kısa olmasına neden olmaktadır. Distobukkal kanal yuvarlak bir kanal girişine sahiptir ve genellikle kanalların en kısa ve en düz olanıdır. Bukkal oluğun hemen distalinde ve MB'(ler)den biraz daha palatinalde yer almaktadır. MB kök meziyodistal olarak daha düzdür ve bu durum MB kanal girişlerinin şerit şeklinde olmasına neden olmaktadır. MB kanallarının mekanik enstrümantasyonu aşamasında, prosedürel bir hata meydana gelmemesi amacıyla meziyodistal yönde daha dikkatli çalışılması gerekmektedir. Meziyobukkal 1. kanal (MB1), MB tüberkülün hemen palatinalinde yer almaktadır. Meziyobukkal 2. kanalın (MB2) yerini tespit etmek zor olabilmektedir ve ideal olarak ilk üç kanal prepare edildikten sonra tespit edilmelidir. Genellikle MB1'in 2 mm içinde, MB1 girişi ile palatinal kanal girişi arasında yer almaktadır. Kanal girişi genellikle MB2'nin tespit edilmesi için uzaklaştırılması gereken bir dentin çıkıntısı ile kaplıdır. Ultrasonik uçlar ve/veya küçük başlı frezler, MB2 girişini örten bu dentin sırtını nazikçe kaldırmak için idealdir. Başlangıçta bu dar ve kıvrımlı kanallarda ilerlemek için küçük boyutlu eğeler gerekmektedir (3).

2.4.2 Alt Birinci Molar Dişin Anatomisi ve Endodontik Giriş Kavitesi

Süren en erken daimî posterior diş olan alt birinci molar, endodontik tedaviye en sık ihtiyaç duyan diştir. Genellikle iki köklüdür fakat bazen üç köklü olabilmektedir. Bu dişlerin mezial kökünde iki kanal, distal kökünde ise bir veya iki kanal mevcuttur. Distal kök, endodontik kavite hazırlığı ve mekanik enstrümantasyon için kolayca erişilebilirdir ve klinisyen sıklıkla doğrudan orifis(ler)e girebilmektedir. Distal kökün kanalları mezial kökün kanallarından daha büyüktür. Mezial kökler genellikle kavislidir ve en büyük kavis MB kanaldadır. Orifisler genellikle pulpa odası içinde iyi bir şekilde ayrılmıştır ve bukkal ve lingualde tüberküllerin altında bulunmaktadır. Bu diş genellikle ağır oklüzal stres altındadır; bu nedenle koronal pulpa odaları sıklıkla kalsifiye olmaktadır (45).

Skidmore ve Bjorndal (46) incelenen alt birinci molar dişlerin yaklaşık üçte birinin dört kök kanalına sahip olduğunu belirtmiştir. Geleneksel üçgen kavite formunun daha dikdörtgen bir formla değiştirilmesi, distal kökte olası bir dördüncü kanalın daha iyi görüntülenmesine ve araştırılmasına olanak sağlamaktadır. Alt molar dişlerin furkasyon bölgelerinde çok sayıda aksesuar kanal bulunmaktadır (47). Bunların doğrudan temizlenmesi ve şekillendirilmesi genellikle zordur ve kök kanal dolgu patı ya da ısıtılmış gütaperka ile doldurulmuş olmaları halinde postoperatif radyografiler dışında nadiren görülmektedirler (45). Alt birinci molar diş ortalama olarak 7,5 mm kuron uzunluğuna ve 14 mm kök uzunluğuna sahiptir (44).

Alt molar dişler genellikle üç veya dört kök kanalının bulunduğu iki köke sahiptir. Mezial kök neredeyse her zaman gelişimsel bir olukla birbirine bağlanan iki mezial kanala (MB ve meziyolingual) sahiptir. Distal köklerin yaklaşık %60'ında yalnızca bir kanal, kalan %40'ında ise iki kanal (distobukkal ve distolingual) bulunmaktadır. Mevcut kanal sayısına bağlı olarak, giriş kavitesinin dış hatları dikdörtgen veya yamuk olduğunda kanallara daha kolay erişilebilmektedir. MB kanal girişi genellikle MB tüberkülün altında bulunmakta ve meziyolingual kanal meziyolingual tüberkülün hafifçe bukkalinde yer almaktadır. Alt molar dişlerin yaklaşık %5'inde üç mezial kanal bulunmaktadır. Üçüncü mezial (orta mezial) kanal genellikle MB ve meziyolingual kanallar arasındaki gelişimsel olukta yer almaktadır. Distal kanal(lar) bukkal gelişim oluğunun hemen distalinde yer almaktadır; sadece bir kanal mevcutsa kanal girişi genellikle ovaldir. Eğer iki kanal mevcutsa, kanal girişleri daha yuvarlak

olma eğilimindedir ve genellikle bir istmus ile birbirine bağlanmaktadır. Meziyal kanallarda olduğu gibi distal kanallar da dişin meziyodistal orta hattından eşit uzaklıkta bulunma eğilimindedir. Distal kanal girişleri, meziyal kanal girişlerine göre birbirine çok daha yakın olma eğilimindedir. Molar dişlerin yaklaşık %5'inde üçüncü (distolingual) bir kök bulunmaktadır. Radyografide belirgin olmasının yanı sıra, distal kanalın dikkatli bir şekilde genişletilmesi (bukkolingual) ikinci bir distal kanal girişini ortaya çıkarabilmektedir (3).

2.5 Minimal İnvaziv Giriş Kavitesi

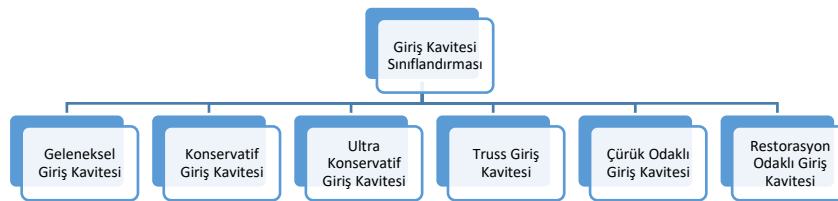
Minimal invaziv endodonti, diş sert dokusunda en az kayıpla ve mümkün olduğunca sağlam dokuların korunmasını hedefleyen klinik bir yaklaşımdır. Temel konsept, kuron ve köklerde geniş oklüzal mine ve dentin kaybı olmadan pulpa odasını dezenfekte etmek, ardından kök kanal sistemlerini uygun şekilde temizlemek, şekillendirmek ve doldurmaktır (48-50).

Literatürde, bir dişin fonksiyonel ve oklüzal kuvvetlere karşı dayanıklılığını değerlendiren birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, önemli ölçüde mine ve dentin kaybı bulunan dişlerin, sağlam dişlere kıyasla daha zayıf olduğunu göstermektedir. Marjinal sırtların ve uçların kaybedilmesi dişin gücünü önemli ölçüde olumsuz yönde etkilemektedir (16, 17, 51). Endodontik olarak tedavi edilen ve edilmeyen dişlerin oklüzal ve fonksiyonel kuvvetlere karşı dayanımını değerlendiren farklı bir çalışma, endodontik tedavi gören dişlerin daha zayıf olduğunu göstermektedir. Bu güç kaybından sadece çürük lezyonlarının neden olduğu sert doku yıkımının değil, aynı zamanda giriş kavitesi sırasında koronal diş yapısının aşırı, gereksiz ve agresif bir şekilde çıkarılmasının da sorumlu olduğu düşünülmektedir (52, 53).

Pulpa odası tavanının ve periservikal dentin olarak adlandırılan, krestal kemiğin 4 mm üstünde ve altında bulunan ve teorik olarak oklüzal kuvvetlerin köke iletilmesinden ve dengelenmesinden sorumlu olan bir alanın mümkün olduğunca korunmasını amaçlayan yeni bir kavite tasarımı önerilmektedir (9, 16, 17). Periservikal dentine zarar vermemek amacıyla, pulpa odası tavanının tamamen uzaklaştırılması yerine kısmi olarak uzaklaştırılması tavsiye edilmektedir (16). Minimal invaziv giriş kaviteleri geleneksel yaklaşımın temel

prensiplerinden farklı olarak hazırlanmaktadır. Bu yaklaşım; diş sert dokularından önce restoratif materyallerin ve servikal dentinden önce oklüzal diş yapısının uzaklaştırılması ilkesine dayanmaktadır. Bunun için büyütme aydınlatma gibi en son teknolojilerin yardımına ihtiyaç duyulmaktadır (17).

Bilimde terminolojik tutarlılık, kavramları açıklamak ve belirsizlikten kaçınmak için önemlidir. Giriş kavitesi hazırlığına yönelik farklı tasarım alternatifleri, endodonti alanında görece yeni bir trend olarak ortaya çıkmıştır. Bu konuda özel bir isimlendirme henüz yapılmamıştır. Isufi ve ark. (2020) giriş kavitesi tasarımlarını standardize etmek amacıyla bir sınıflandırma yapmışlardır. Sınıflandırma, kavite hazırlığı sırasında uzaklaştırılan mine ve dentinin hacmine göre yapılmıştır. Bu şekilde, premolar ve molar dişlerde çıkarılan dentin ve mine hacmi sırasıyla $\leq 6\%$, 6% ila 15% veya $\geq 15\%$ olduğunda ultrakonservatif, konservatif ve geleneksel endodontik giriş kaviteleri karakterize edilmektedir. Ancak bu sınıflandırmanın önemli bir sınırlaması bulunmaktadır. Çalışmalarında, örneğin bir alt molar dişteki giriş kavitesi preparasyonu görsel olarak konservatif olarak sınıflandırılmıştır, ancak çıkarılan dentin ve mine hacmi $3,9\%$ 'dur. Bu da önerilerine göre açıkça ultrakonservatif olarak nitelendirilmektedir. Bu sebepler neticesinde, yalnızca uzaklaştırılan sert doku hacmine göre bir sınıflandırma yapmanın uygun olmadığı belirtilmiştir. Fakat, bu sınıflandırma uzaklaştırılan sert doku hacminin ölçülmesinin önemine dikkat çekmesi sebebiyle önemlidir. Shabbir ve ark. (2021) yeni bir sınıflandırma önermiş ve bu sınıflandırmaya daha önceden bahsedilmeyen giriş kavite tasarımlarını ve bunlara ek olarak anterior ve posterior dişleri de dahil etmiştir (54). Silva ve arkadaşları (26), ortak bir dil ve kendini açıklayıcı kısaltmalar sağlamak amacıyla giriş kavitesi geometrileriyle ilgili yeni bir sınıflandırma önermiştir:



Tablo 2.1. Giriş kavitesi sınıflandırmasını gösteren bir diyagram

- Geleneksel Giriş Kavitesi : Posterior dişlerde, pulpa odası tavanının tamamen çıkarılmasını takiben kanal orifislerine düz hatlı erişim sağlanmakta ve aksiyel duvarlar düzgün bir şekilde ayrılmaktadır. Bu sayede, anahat formu içerisinde bütün kanal orifisleri rahatça görülebilmektedir. Anterior dişlerde, pulpa odası tavanı, pulpa boynuzları, dentinin lingual omuzu kaldırılarak ve giriş kavitesi insizal kenara kadar uzatılarak düz hat erişimi elde edilmektedir (55).

- Konservatif Giriş Kavitesi : Posterior dişlerde preparasyon genellikle oklüzal yüzeyin merkezi fossasından başlamakta ve düzgün bir şekilde birbirine yaklaşan aksiyal duvarlarla oklüzal yüzeye kadar, sadece kanal orifislerini tespit etmek için gerekli olduğu kadar, pulpa odası tavanının bir kısmını koruyarak uzanmaktadır (16, 56). Anterior dişlerde, pulpa boynuzlarını ve maksimum periservikal dentini koruyarak küçük üçgen veya oval şekilli bir kavite oluşturarak giriş noktasını singulumdan lingual veya palatinal yüzeydeki insizal kenara doğru uzatılmaktadır (57).

- Ultra Konservatif Giriş Kavitesi : "Ninja" olarak bilinen bu kaviteler, konservatif giriş kavitesinde tarif edildiği gibi başlamakta, ancak pulpa odası tavanının mümkün olduğunca büyük bir kısmını koruyarak daha fazla uzatma yapılmamaktadır (58). Anterior dişlerin kurunu lingual yönde derin bir içbükeyliğe sahip olduğu durumlarda, kavite hazırlığı dişin uzun eksenine paralel olacak şekilde insizal kenarın ortasından gerçekleştirilebilir.

- Truss Giriş Kavitesi : Posterior dişlerde dentin köprüsünü korumak amacıyla kanal orifislerine giriş sağlamak için iki veya daha fazla küçük kavite hazırlanmaktadır. Örneğin alt molar dişlerde, mezial ve distal kanallara erişmek için iki veya üç ayrı kavite oluşturulmaktadır (59).

- Çürük Odaklı Giriş Kavitesi : Pulpa odasına erişim, çürüklerin giderilmesi ve kalan tüm diş yapılarının korunması ile gerçekleştirilmektedir (60).

- Restorasyon Odaklı Giriş Kavitesi : Çürük içermeyen restore edilmiş dişlerde, mevcut restorasyonlar tamamen veya kısmen kaldırılarak ve mümkün olan tüm kalan diş yapıları korunarak pulpa odasına erişim sağlanmaktadır (54).

2.6 Dental Operasyon Mikroskobu

DOM birçok avantajı sebebiyle modern endodonti uygulamalarının vazgeçilmez bir parçasıdır (61). Dişin ve çevre yapılarının en iyi şekilde görüntülenmesine yardımcı olmaktadır (62, 63). 2007 yılında 1091 endodontist üzerinde yapılan bir anket, endodontistlerin %90'ının DOM'ye erişebildiğini ve uygulamalarında kullandığını göstermektedir; 1999'da %52 olan kullanım oranıyla karşılaştırıldığında dramatik bir artış olduğu gözlenmektedir (63). DOM'un cerrahi ve cerrahi olmayan endodontik işlemlerde çok sayıda fayda sağladığı bilinmektedir.

DOM'un faydaları aşağıdaki gibidir:

- Giriş kavitesi hazırlığının kolaylaştırılması (64),
- Kanal orifislerinin yerinin belirlenmesi (65-69),
- İnce motor becerilerin geliştirilmesi (63),
- Karmaşık kanal anatomisinin incelenmesi, temizlenmesi ve şekillendirilmesi (70),
- Kırılmış aletlerin çıkarılması ve bypass edilmesi (71),
- Kırık hatlarının tespit edilmesi (71),
- Obturasyona yardımcı olunması ve cerrahi tekniğin geliştirilmesidir (70).

Burley ve arkadaşları (68) üst 1. molar dişlerde mikroskop, dental loupe ve çıplak göz ile MB2 tespit oranını sırasıyla %71,1, %62,5 ve %17,2 olarak bulmuşlardır. Baldassari-Cruz ve arkadaşları (72) DOM ile üst molar dişlerin %90'ında MB2'yi saptayabilirken, çıplak gözle sadece %52'sini saptayabilmişlerdir. Koch (73) DOM'un tanı, cerrahi olmayan tedavi, cerrahi endodonti, dokümantasyon ve hasta eğitiminde endodontik tedaviyi geliştirebileceğini öne sürmektedir. Dişte var olan herhangi bir çatlağın veya vertikal bir kök kırığının tespit edilmesinde DOM yüksek görüntüleme kapasitesi ve detaylı gözlem imkanı sunarak önemli bir rol oynamaktadır.

DOM kullanımının birçok avantajı olmasına rağmen, pozisyon zorluğu ve dar görüş açısı nedeniyle endodonti kliniklerinde rutin olarak kullanılmamaktadır (71, 74). Yüksek maliyet ve sınırlı taşınabilirlik DOM'un diğer dezavantajları arasındadır. Bu dezavantajları, endodonti kliniklerinde DOM'a alternatif olacak daha pratik, ekonomik ve taşınabilir alternatifler bulunmasına yönlendirmektedir.

2.7 Kök Kanallarının Preparasyonu

Kök kanal preparasyonu endodontik tedavinin kritik aşamalarından birisi olmakla birlikte tedavinin prognozu üzerinde büyük bir etkisi bulunmaktadır (75). Schilder, kırk yılı aşkın bir süre önce kök kanal preparasyonunun çeşitli mekanik hedeflerini ortaya koymuştur:

- (1) Kökün apikalinden giriş kavitesine doğru, sürekli artan koniklik açısı ile bir huni formu vermelidir.
- (2) Preparasyon apikalde daha dar olmalı ve giriş kavitesine yaklaşıldıkça daha geniş bir yapı sergilemelidir.
- (3) Kök kanal preparasyonu orijinal kanalın formuyla uyumlu olacak şekilde yapılmalıdır.
- (4) Apikal foramen kemik ve kök yüzeyi ile orijinal uzaysal ilişkisini korumalıdır.
- (5) Apikal foramen mümkün olduğunca küçük boyutta korunmalıdır.

Ayrıca, aşağıdakileri de içeren biyolojik hedefler belirlemiştir:

- (1) Preparasyon kök kanallarıyla sınırlandırılmalıdır.
- (2) Nekrotik materyal, apikal foramenin dışına itilmemelidir.
- (3) Kök kanal sistemindeki organik ve inorganik tüm doku kalıntıları temizlenmelidir.
- (4) Tek seansta kanallar tamamen temizlenmeli ve şekillendirilmelidir.
- (5) Kanal preparasyonu kanal içi medikament uygulaması için yeterli alana sahip olmalıdır (76).

Basitçe ifade etmek gerekirse, el veya mekanik aletlerle yapılan kök kanal preparasyonunun iki temel hedefi vardır: enfekte içeriği uzaklaştırmak ve kök kanalı boşluğunu doldurmaya elverişli bir alan oluşturmaktır. Fakat, kök kanal sisteminin karmaşık bir anatomiye sahip olması, inatçı enfeksiyonlar ve bakterilerin biyofilm oluşturması gibi çeşitli unsurlar bu amaçlara ulaşmayı zorlaştırmaktadır (77-79).

Günümüzde döner alet sistemleri oldukça gelişmekte ve kliniklerde yaygın olarak birçok markanın farklı hareket sistemleriyle çalışan birçok eğe tipi tercih edilebilmektedir.

2.7.1 Reciproc

Yakın zamanda tanıtılan nikel-titanyum (NiTi) eğelerden biri olan Reciproc (VDW, Münih, Almanya) 'ın kök kanallarını tek bir aletle tamamen hazırlayıp temizleyebildiği iddia edilmektedir (80). Reciproc eğeler ısıtılma işlemi ile oluşturulmuş olan M-Wire olarak adlandırılan NiTi alaşımından üretilmektedir. Alaşıma ısıtılma işlemi uygulanması, aletlerin esnekliğini ve döngüsel yorgunluğa karşı direncini arttırmaktadır (81). Bu eğeler resiprokal hareketle kullanılmaktadır. Reciproc eğeler farklı apikal çaplara ve koniklik açlarına sahiptir. Sırasıyla 25, 40 ve 50 apikal çaplara ve bunlara karşılık olarak 0.08, 0.06 ve 0.05 koniklik açlarına sahiptir. Resiprokasyon hareketi, saat yönünün tersine ve saat yönüne hareketlerden oluşmaktadır. Bu hareket ile eğe üzerinde meydana gelecek olan gerilim ve sıkıştırmaya bağlı döngüsel yorgunluğun azaltılması amaçlanmaktadır. (82, 83). Saat yönünün tersine 150°, saat yönünde ise 30° dönüş yapmaktadırlar (84). Saat yönünün tersine olan açının saat yönünde olandan daha büyük olması nedeniyle, aletin sürekli olarak kök kanalının apeksine doğru ilerlediği iddia edilmektedir (80).

2.8 Kök Kanallarının Dezenfeksiyonu

Endodontik tedavinin amacı pulpal ve periradiküler enfeksiyonları önlemek ve/veya tedavi etmektir. Mikroorganizmaların tamamen yok edilmesi mümkün olmadığı için bu amaç, periapikal lezyonun iyileşmesine izin verecek şekilde mikrobiyolojik yükün belirli bir eşiğin altına düşürülmesine dayanmaktadır. Dezenfeksiyon işlemi kök kanalının mekanik enstrümantasyonu, kimyasal irrigasyonu ve gerekirse kanal içi medikamentlerin uygulanmasını içermektedir (85). Mekanik enstrümantasyon, kök kanallarının hazırlanması için gerekli olmasına rağmen, kök kanalının tam dezenfeksiyonunu garanti etmemektedir (86). Yapılan çalışmalar, kök kanallarının mekanik enstrümantasyonu sonrasında %35-53 oranında dokunulmayan alan kaldığını ve dolayısıyla bu alanlarda bulunan mikroorganizmaların uzaklaştırılamadığını göstermektedir. Erişilemeyen bu alanlarda smear

tabakası oluşmakta ve bu alanlar dezenfekte edilememektedir. Kök kanalı dezenfeksiyon prosedürlerinin etkinliğini arttırmak için mekanik enstrümantasyon, antibakteriyel irrigasyonlarla birleştirilmektedir (87). Endodontide irrigasyonun hedefleri mekanik, kimyasal ve biyolojik olarak sınıflandırılabilir.

Mekanik ve kimyasal hedefler şu şekildedir:

- Debrisin uzaklaştırılması,
- Kanalin kayganlaştırılması,
- Organik ve inorganik dokuların çözülmesi,
- Enstrümantasyon sırasında meydana gelen smear tabakasının çözülmesi,
- Biyofilmlerin ayrılması ve bozulması (88).

Mekanik etkinlik, irrigasyonun tüm kök kanal sistemi içinde optimum akış kuvvetleri oluşturma, kanal duvarlarıyla etkileşime girme ve istmuslar, lateral kanallar dahil olmak üzere mekanik aletlerle prepare edilmeyen alanlara ulaşma yeteneğine bağlı olmaktadır (89). Kimyasal etkinliğin başarısı; irrigasyon solüsyonunun konsantrasyonu, temas yüzeyi ve enfekte doku arasındaki etkileşim süresi gibi birçok faktöre bağlıdır. (90). Endodontik dezenfeksiyonun başarısı irrigasyon solüsyonunun hem kimyasal hem de mekanik etkinliğine dayanmaktadır(91).

İrrigasyon solüsyonlarının biyolojik işlevi, antimikrobiyal etkileri ve kanal içi bakterileri etkili bir şekilde yok etme veya maksimum düzeyde azaltma kapasiteleri ile ilgilidir.

İrrigasyon solüsyonları,

- Geniş antibakteriyal etkinliği olmalı,
- Endotoksini inaktive etmeli,
- Biyoyumlu olmalı ve vital dokularla temas halindeyken toksik olmamalı,
- Şiddetli alerjik reaksiyona neden olmamalıdır (88).

2.8.1 İrrigasyon Solüsyonları

2.8.1.1 Sodyum Hipoklorit

Sodyum hipoklorit (NaOCl), bir çok avantajı bulunması sebebiyle endodontik tedavide yaygın olarak kullanılan bir irrigasyon solüsyonudur (92). Bu avantajları arasında; geniş antibakteriyel etkinliği, nekrotik dokuyu, vital pulpa dokusunu ve biyofilmlerin organik içeriğini çözme yeteneği yer almaktadır. Bunlara ek olarak, NaOCl solüsyonu ağartma ajanı olarak da kullanılmaktadır (93).

NaOCl doku proteinleriyle temas ettiğinde nitrojen, formaldehit ve asetaldehit oluşturmakta ve sonuç olarak peptit bağları parçalanmaktadır. Amino gruplarındaki hidrojen, klor ile yer değiştirerek kloraminleri oluşturmaktadır. Kloraminler, antimikrobiyal etkinlikte hayati bir rol oynamaktadır. Nekrotik dokuyu çözmekte ve antimikrobiyal ajan enfekte bölgelerin dezenfeksiyonunu sağlamaktadır (94).

NaOCl, kök kanal irrigasyonu için %0,5 ile %6 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılmaktadır (94). Retansiyon süresi ve irrigasyon hacmi NaOCl'nin antibakteriyel aktivitesini etkileyen temel faktörlerdir (95). NaOCl, enstrümantasyon boyunca ve enstrümantasyon tamamlandıktan sonra 1 ila 2 dakika boyunca kullanılmaktadır (96). NaOCl dikkatli kullanılmazsa, ağız içi yumuşak dokular, periradiküler dokular ve süngerimsi kemik için çok toksik ve yıkıcıdır, şiddetli enflamatuvar yanıtlara ve organik bileşenlerin bozunmasına neden olabilmektedir (94).

2.8.1.2 Etilendiamintetraasetik Asit (EDTA)

Etilendiamintetraasetik asit yaygın olarak EDTA olarak kısaltılmakta olan bir poliaminokarboksilik asittir. EDTA renksiz ve suda çözünen bir katıdır. Enstrümantasyon sonucu oluşan smear tabakasının inorganik kısmını şelatlayıp uzaklaştırmaktadır. Bu etkisi sebebiyle endodontik tedavide irrigasyon solüsyonu olarak kullanımı önerilmektedir. Etkinliği, Ca^{+2} ve Fe^{+3} gibi di- ve trikatyonik metal iyonlarını tutma yeteneğine dayanmaktadır (97). Uzun süre doğrudan maruz kalındığında EDTA, hücre zarındaki metal

iyonlarıyla bağlanarak bakterinin yüzey proteinlerini çekmekte ve bu da sonunda bakteriyel ölüme yol açmaktadır (98).

EDTA kalsiyuma şelasyonla bağlanarak dekalsifikasyon yapan bir şelatördür. EDTA'nın dekalsifikasyon etkisi kendi kendini kısıtlamaktadır. Her şelat molekülü bir kalsiyuma bağlanabilmekte ve tüm şelatörler kalsiyumla bağlandığında reaksiyon durmaktadır. Bu nedenle sık sık kanalda tazelenerek yeterli sürede uygulanmalıdır (98).

Smear tabakasının etkili uzaklaştırılması amacıyla yalnızca EDTA kullanımı yeterli olmamaktadır. Bu nedenle, smear tabakasının organik bileşenlerinin uzaklaştırılması amacıyla NaOCl gibi bir irrigasyon solüsyonunun eklenmesi gerekmektedir. EDTA irrigasyon solüsyonu olarak sınırlı bir etkinliğe sahiptir (99). Genellikle %17 konsantrasyonda kullanılan bu solüsyonun smear tabakasını uzaklaştırabilmesi için kök kanal duvarı ile 1 dakikadan daha kısa bir süre doğrudan temas etmesi gerekmektedir. Fakat, EDTA'nın kanalda uzun süre bırakılması veya ardından NaOCl kullanılması dentin erozyonuna sebebiyet verebilmektedir.

Modern endodontide EDTA, temizlik ve şekillendirme tamamlandıktan sonra yaklaşık 1 dakika süreyle kullanılmaktadır. EDTA 20 ila 90 derece arasında ısıtıldığında kalsiyum bağlama kapasitesi azalacağı için EDTA'nın sıcaklığının yükseltilmesi önerilmemektedir. EDTA'nın toksisitesi oldukça düşük olmakla beraber hafif irritandır (100).

2.9 İrrigasyon Aktivasyon

Kök kanal tedavisinin başarılı olabilmesi için dezenfeksiyon ve mekanik enstrümantasyon büyük bir öneme sahiptir (101). Dezenfeksiyon, kanal içerisinde biriken debrisin ve enstrümantasyon sebebiyle oluşan smear tabakasının etkin bir şekilde uzaklaştırılmasından doğrudan etkilenmektedir. İrrigasyon solüsyonlarının etkinliğini gösterebilmesi için kök kanal duvarları ile doğrudan temas etmesi gerekmektedir. Kimyasal dezenfeksiyonun etkinliğini arttırmak amacıyla farklı teknikler ve irrigasyon aktivasyon sistemlerinin kullanımı benimsenmektedir (102, 103).

Bununla birlikte, kanal duvarlarının mekanik enstrümantasyonu her zaman bir smear tabakası oluşturduğundan, kök kanal sisteminin tamamının temizlenmesi hala zordur ve kanalların apikal kısmında dezenfeksiyonun etkinliği sınırlıdır (80, 104-106). İrrigasyon solüsyonlarına dirençli olan bazı mikroorganizmalar smear tabakasında çoğalabilmekte ve dentin tübüllerine penetre olabilmektedirler (103, 107, 108). Ek olarak, yapılan çalışmalar; smear tabakasının uzaklaştırılmamasının, kanal içi medikamentlerin antimikrobiyal etkinliği ve kök kanal dolgu materyallerinin sızdırmazlık yeteneği üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, herhangi bir kök kanal tedavisi sırasında debris ve smear tabakasının en iyi şekilde uzaklaştırılması hedeflenmektedir.

Literatür incelendiğinde yapılan birçok çalışma, kemomekanik preperasyon ve geleneksel iğne irrigasyonu ile smear tabakasının tamamen uzaklaştırılmasının mümkün olmadığını belirtmektedir (109-113).

Geleneksel irrigasyon yöntemleri, enjeksiyonun pozitif basıncına ve solüsyonun viskozitesine bağlı olarak etkinliklerini göstermektedir. İrrigasyon aktivasyon yönteminde, kullanılan irrigasyon solüsyonlarının lateral kanal, istmus gibi kök kanal sistemindeki ulaşılamayan alanlarına akışını attırmak amacıyla mekanik, fiziksel ya da farklı bir enerji türü kullanılmaktadır. Günümüzde, çok sayıda irrigasyon aktivasyon sistemleri bulunmaktadır (114). İrrigasyon aktivasyon sistemleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalar, kullanılan cihazdan bağımsız olarak aktivasyonun debris ve smear tabakasını uzaklaştırmada geleneksel yöntemlere kıyasla daha etkili olduğunu göstermektedir (115). Bu sebeple, kök kanal sisteminin kemomekanik preparasyonu aşamasında kritik bir öneme sahiptir (116). Günümüzde, endodonti kliniğinde manuel yöntemler ve otomatik sistemler irrigasyon aktivasyon amacıyla kullanılmaktadır. Manuel dinamik aktivasyon (MDA), pasif ultrasonik irrigasyon (PUİ) ve sonik irrigasyon (Sİ) yaygın kullanılan sistemler arasında yer almaktadır (117).

İrrigasyon aktivasyon sistemleri arasında PUİ yaygın kullanılan sistemlerden birisidir. PUİ terimi ilk olarak 1980 yılında Weller ve ark. (118) tarafından eş zamanlı enstrümantasyon olmadan yapılan irrigasyonu tanımlamak amacıyla kullanılmıştır. PUİ'deki pasif terimi, ultrasonik ucun kesici olmayan etkisiyle ilgilidir ve yanıltıcı bir tanımlamadır (119). PUİ,

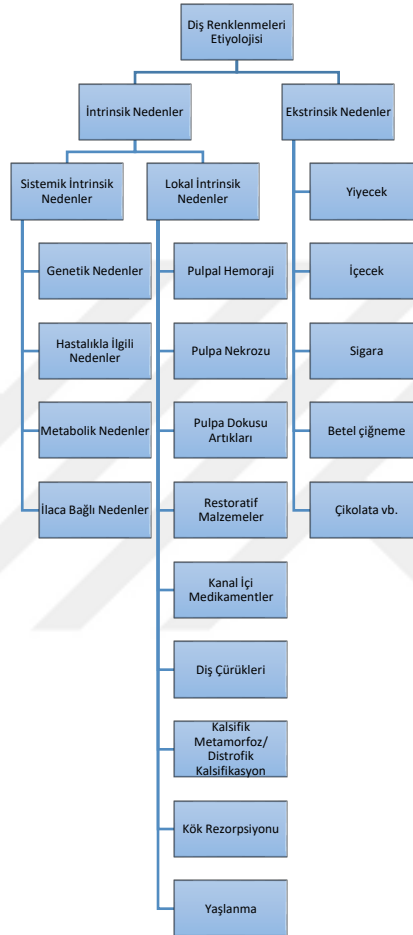
kanal duvarlarına herhangi bir temas olmadan ve dentini prepare etmeden kök kanalları içerisinde bulunan irrigasyon solüsyonunun aktivasyonunu sağlamak amacıyla ultrasonik olarak aktive edilmiş enstrümanların kullanıldığı bir yöntemdir. 25-40 kHz'lik ultrasonik salınım frekansı piezoelektrik cihazlarla elde edilmektedir. Bu işlem, kök kanal preparasyonu ve genişletilmesinin ardından uygulanmaktadır. Ultrasonik aktivasyon işlemi sırasında, kök kanalına küçük çaplı kesici olmayan metal bir uç çalışma uzunluğundan yaklaşık 2 mm daha kısa olacak şekilde yerleştirilmekte ve bu ucun irrigasyon solüsyonuna enerji iletebilmesi amacıyla serbestçe titreşmesi gerekmektedir (120). Bu esnada irrigasyon solüsyonunda akustik akışlar ve hidrodinamik kavitasyonlar oluşmaktadır (114). İrrigasyon solüsyonunun titreşen ege etrafındaki dairesel veya girdap şeklindeki hareketi akustik akış olarak tanımlanmaktadır. Hidrodinamik kavitasyon ise, buhar kabarcıklarının meydana gelmesini veya var olan kabarcıkların genişlemesini ifade etmektedir (119). Küçük eğerler dentine temas etmedikleri için daha çok titreşerek, daha çok akustik akım yaratmaktadırlar. Bu yüzden #15 ve #20 gibi küçük eğerler tercih edilmelidir. Ayrıca ultrasonik aktivasyon sırasında solüsyonun sıcaklığında bir artış meydana gelmekte ve kullanılan NaOCl'nin doku çözücü ve antibakteriyel etkinliği artmaktadır.

2.10 Diş Renklenmeleri ve Etiyolojisi

Güzellik ve mükemmel görünüm toplumda büyük bir değere sahiptir. Düz ve açık renkli dişler de dahil olmak üzere "mükemmel gülümseme" birçok insan için önemlidir (121). Halk ve diş hekimleri arasında, dişlerin görünümü estetik açıdan önemli bir konu haline gelmektedir (122-124). Dişlerde meydana gelen renklenmeler pek çok estetik sorun meydana getirmekle birlikte bu dişlerin restorasyonu amacıyla fazla miktarda zaman ve para harcanmaktadır.

Diş renklenmelerinden çok çeşitli etiyolojiler sorumlu olabilmektedir. Renk değişikliği "herhangi bir sebepten kaynaklanan dişin tonunda, renginde veya opaklık derecesinde meydana gelen bir değişiklik" olarak ifade edilmektedir (125). Bazı diş renklenmeleri kalıtsal nedenlerden kaynaklanırken, diğerleri hasta davranışı, yaş ve hastalıkla ilgili, diş veya tıbbi tedaviler tarafından iyatrojenik olarak oluşturulmaktadır.

Dışte meydana gelen renklenmenin sebebinin doğru bir şekilde tespit edilmesi, klinisyenlerin hasta için en iyi tedavi stratejisini belirlemesi ve tedavi sonuçlarının daha öngörülebilir olması açısından oldukça büyük bir öneme sahiptir (126-128). Bu sebeple, klinisyenlerin renklenmeye sebep olabilecek durumlar hakkında kapsamlı bir bilgiye sahip olmaları ileride tedaviye bağlı bir renklenmenin meydana gelmesini önlemek açısından çok önemlidir (129, 130).



Tablo 2.2. Dış Renklenmeleri Etiyolojisi

2.10.1 Sistemik İntrinsik Nedenler

2.10.1.1 Genetik Nedenler

Amelogenezis imperfekta, hem süt hem de daimi dentisyonu etkileyen kalıtsal bir hastalığı tanımlamaktadır. Bu hastalık, mine yapısını etkileyen beş gendeki mutasyonlarla ilişkilidir. Lokal çukurlaşmalardan, minenin genel incelmesine kadar değişen mine

kusurlarına sahiptir. Amelogenin defektleri, dişlerin olgunlaşma ve mineralizasyon süreçlerinde sorunlar yaratabilmektedir. Bu da düzensiz ve hipoplastik mine oluşumuna yol açabilmektedir. Sonuç olarak, hipoplazi, hipomaturasyon ve hipomineralizasyon gibi çeşitli fenotipik farklılıklar ortaya çıkmaktadır (131). Mine matriks oluşumundaki gelişimsel değişikliklere bağlı olarak bozulmuş mineralizasyon, ağız boşluğundaki renklendirici ajanların mineral yapıya kolay erişimine izin verebilmektedir. Dişler kahverengi veya sarı renkte olabilmektedir. Beyazlatma girişimleri başarılı olsa da geçici nitelikte olabilmekte ve genellikle kapsamlı restoratif tedaviye ihtiyaç duyulmaktadır.

Dentinogenezis imperfekta (DGI) ve dentin displazisi (DD) anormal dentin yapısı ile karakterize kalıtsal otozomal dominant genetik dentin bozukluğunu tanımlamaktadır (132). Tek başına süt dentisyon ya da hem süt hem de daimi dentisyon etkilenebilmektedir (132). DGI üç, DD ise iki alt sınıfa ayrılmaktadır. DGI tip I farklı bir hastalık olan osteogenezis imperfekta ile ilişkidir. Bu hastalarda, tip 1 kolajeni kodlayan genlerde mutasyon bulunmaktadır. DD tip I hariç diğer bütün formlarda dentin siaolofosfoproteini kodlayan genlerde mutasyon bulunmaktadır (132). DGI 'ya sahip hastalar, daha zayıf ve daha kırılğan dişlere sahiptir. DGI'den muzdarip hastaların dişleri sarı-kahverengi, koyu sarı veya mavi-gri renk değişimlerine ve daha yüksek yarı saydamlığa sahiptir. Beyazlatma tedavisinin çok az etkisi olmakta veya hiç etkisi olmamaktadır. Bu hastalar daha kapsamlı restoratif tedaviye ihtiyaç duymaktadırlar.

Dişlerde renk değişikliğine neden olan diğer kalıtsal hastalıklar arasında porfiri, eritroblastozis fetalis, talasemi ve orak hücreli anemi sayılabilmektedir. Konjenital eritropoietik porfiri, porfirin sentezindeki anormallik nedeniyle oluşan bir hastalıktır. Dişler genellikle kırmızımsı veya kahverengimsi olmaktadır. Eritroblastozis fetalis, Rh-pozitif fetüslerde veya Rh-negatif annelerin yenidoğanlarında fetal eritrositlerin plasentayı geçen antijenler tarafından tahrip edildiği ve hiperbilirubinemiye yol açan hemolitik bir hastalıktır. Bilirubin, hemoglobinin parçalanma ürünüdür ve gelişmekte olan dişlere penetre olabilmektedir. Dişler genellikle mavi-yeşil veya sarı-yeşil olma eğilimindedir. Kafatası ve uzun kemiklerde karakteristik şekil bozukluklarına neden olan bir kan hastalığı olan talasemi ve oksijen taşıyan hemoglobin molekülünde anormallik gösteren kalıtsal bir kan hastalığı olan orak hücreli anemi; mavi, yeşil veya kahverengi renk değişikliklerine neden olabilmektedir (94).

2.10.1.2 Hastalıkla İlgili Nedenler

Diş gelişimi çağında yaşanan yüksek ateş, kronolojik mine hipoplazisine neden olarak diş yüzeyinde bant tipi renk değişimlerine yol açabilmektedir. Mine hipoplazisinin nedenleri arasında vitamin ve mineral eksiklikleri bulunmaktadır. Skorbüt hastalığı C vitamini eksikliği nedeniyle gelişmektedir. A vitamini eksikliği ve yetersiz fosfor alınımları mine hipoplazisinin oluşumuna neden olabilmektedir. Bunlara ek olarak, D vitamini eksikliğiyle gelişen raşitizm, beyaz hipoplazilerin oluşmasına yol açmaktadır (94).

2.10.1.3 Metabolik Nedenler

Diş oluşumu sırasında aşırı flora maruz kalınması, diş minesi hipoplazisine neden olabilmektedir. Aşırı flor maruziyeti, mine matriksinde değişimlere neden olmakta ve dişler benekli bir görünüme sahip olmaktadır. Yapılan çalışmalar, diş oluşumu sırasında alınan flor seviyesinin hipoplazinin şiddeti ile bağlantılı olduğunu göstermektedir (133). Renk değişikliği tonları büyük ölçüde değişebilmektedir. Opak veya kireç görünümlü beyaz lekelerden, sarı veya kahverengi lekeler, ciddi vakalarda mine yüzeyinin çukurlaşmasına kadar uzanabilmektedir. Tümörler, enfeksiyonlar veya travma da dişlerde renk değişimine neden olabilmektedir. Orta şiddetteki vakalarda genellikle beyazlatma tedavisi yeterli olmaktadır. Fakat daha şiddetli vakalarda restoratif bir tedaviye ihtiyaç duyulmaktadır (94).

2.10.1.4 İlaça Bağlı Nedenler

Tetrasiklin renklenmeleri, dişlerin sürme öncesi dönemde etkilenmesiyle oluşan ilaç kullanımına bağlı iç kaynaklı renklenmelerdir (134). Tetrasiklin; klamidy, kistik fibrozis, idrar yolu enfeksiyonu gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılan bir antibiyotiktir. 1950 ile 1980 yılları arasında yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Özellikle küçük çocuklarda, dişin tamamını etkileyebilen veya yatay çizgilerden oluşan bir desen şeklinde ortaya çıkabilmektedir. Renk değişimleri mine ve dentinde görülmektedir. 8 yaşından küçük çocuklar tetrasiklin kullanımına bağlı renklenmelere karşı son derece duyarlıdır. Diş gelişimi

doğumdan önce başlamaktadır. Dolayısıyla hamile kadınların, hamilelik esnasında bu ilacı kullanması önerilmemektedir (94).

Tetrasiklin plasenta bariyerini geçerek dişin kalsiyumuna bağlanmakta ve tetrasiklin-kalsiyum fosfat kompleksine dönüşmektedir. Tetrasiklin moleküllerinin oksidasyonu sonucu dişlerde klinik olarak açık sarı-turuncu veya koyu gri-mavi bant şeklinde renklenmeler oluşmaktadır (134). Yapılan literatür taramasında, tetrasiklin renklenmesine sahip dişlerde yapılan walking bleach tekniği (61, 135-141) ve karbamid peroksit (142-147) ile uzun süreli beyazlatma uygulamasından sonra başarılı vakalar olduğu bildirilmiştir. Tetrasiklin renklenmesinin tedavisinde power bleaching ve veneerlerin kullanılması önerilmektedir.

2.10.2 Lokal İntrinsik Nedenler

2.10.2.1 Pulpal hemoraji

Dental travma, intrapulpal kan damarlarının yırtılmasına ve ardından intrapulpal kanamaya ve kan bileşenlerinin dentin tübüllerine geçişine neden olabilmektedir (148). Eritrositlerin hemolizi sonucu, hemoglobin globin ve hem proteinine parçalanmaktadır (149). Hem proteini demir atomu içermektedir ve renk bozulmasındaki en önemli faktör serbest demirin hidrojen-sülfür ile birleşmesi ile oluşan boyanmadır. Demir sülfür formundaki demir, dentin tübüllerine nüfuz ederek dentinde kahverengi/kırmızımsı veya siyah lekeler ve renk değişimlerine neden olabilmektedir. Renk değişikliğinin kalıcı olup olmaması, pulpanın iyileşme durumuna bağlı olarak farklılık göstermektedir. Pulpa canlılığını korursa genellikle diş ilk rengine dönebilmektedir. Fakat pulpada meydana gelen bir nekroz, renk değişikliğini kalıcı kılmaktadır. Literatür incelendiğinde, intrakoronal beyazlatmanın bu durumlarda etkili olduğu kanıtlanmıştır (129, 150, 151).

2.10.2.2 Pulpa Nekrozu

Diş pulpası kimyasal, mekanik, bakteriler ve bunların toksik yan ürünleri tarafından uyarılabilmektedir. İlk enflamasyondan sonra pulpada lokal mikro apseler gelişmekte ve bunu doku nekrozu izlemektedir. Pulpa nekrozundan kaynaklanan parçalanma ürünleri dentin

tübüllerine nüfuz ederek çevre dentinde renk değişikliğine neden olabilmektedir. Bu tür renklenmeler intrakoronal beyazlatmaya olumlu yanıt verme eğilimindedir (125).

2.10.2.3 Pulpa Dokusu Artıkları

Endodontik tedaviden sonra geride kalan pulpa dokusu sonunda parçalanarak diş renginin bozulmasına neden olabilmektedir. Kuronda temizlenmeyen pulpa dokusu artıkları pulpal hemorajiyle aynı sebeplerle dişte renklenme meydana getirmektedir. Giriş kavitesinin yetersiz olması nedeniyle pulpa dokusunun tam olarak uzaklaştırılamaması ve tedavi sonrası pulpa odasındaki artık pulpa kalıntıları renklenmenin ana sebeplerindendir (152). Bu sebeple giriş kavitesi açılırken pulpa odasının tam olarak açılması klinik açıdan çok önemlidir. Pulpa boynuzları ve giriş kavitelerindeki diğer tüm pulpa dokuları tedavi sırasında dikkatlice uzaklaştırılmalıdır (94). Dişte uzaklaştırılmadan kalan pulpa dokusu artıkları sebebiyle oluşan renklenmelerin tedavisinde intrakoronal beyazlatma yöntemleri başarılı olabilmektedir. Fakat giriş kavitesinin doğru açılmasına dikkat edilirse bu renklenmeler hiç oluşmadan önlenebilmektedir (153).

2.10.2.4 Restoratif Malzemeler

Amalgam veya altın gibi metalik dolgu malzemeleri dişte renk değişimlerine neden olabilmektedir. İnleyler, onleyler, pinler veya postlar çoğunlukla renk değişikliklerine neden olmakta, dişin saydamlığını azaltmakta ve kalan ince diş dokularına koyu tonlar eklemektedir. Amalgam dolgular ise zaman içinde korozyona uğrayarak diş yapısında renk değişikliklerine neden olmaktadır (154). Metalik dolgulara bağlı meydana gelen diş renklenmesinin tedavisinde, mevcut dolgunun uzaklaştırılarak daha estetik bir dolgu malzemesi kullanılarak restorasyonu önerilmektedir. Amalgama bağlı dentin renklenmeleri etkili bir şekilde ağartılabilmektedir ancak tekrarlama eğilimi gösterebilmektedir. Kompozit rezin restorasyonlar polimerizasyon büzülmesine bağlı olarak sızıntıya neden olabilmekte ve renklendirici ajanların diş ve dentin tübüllerine penetre olması sebebiyle renklenmeye neden olabilmektedir (94).

2.10.2.5 Kanal İçi Medikamentler

Renk değişimlerinin nedenleri arasında endodontik tedavide kullanılan çeşitli kanal içi medikamentler ve kök kanal dolgu malzemeleri yer alabilmektedir. Geçmişte, kök kanal dolgu malzemesi olarak gümüş konlar kullanılmaktaydı. Bu malzemeler zamanla korozyona uğrayarak dişlerde gri veya koyu renklenmelere yol açmaktadır (155, 156). Literatür incelendiğinde, güta-perkanın açık pembe renklenmeye neden olduğu bildirilmiştir (157, 158). Endodontik patlar, özellikle metalik bileşik içerenler, giriş kavitelerinden tam olarak uzaklaştırılmazsa koyu renklenmeye neden olabilmektedir (159, 160). Mineral trioksit agregat (MTA) pulpa kuafajı, apeksifikasyon, perforasyon tamiri, retrograd dolgu malzemesi ve revaskülarizasyon amacıyla kullanılan biyouyumluluğu yüksek, biyoaktif bir dental materyaldir. MTA dişlerde ve komşu yumuşak dokularda renk değişikliğine neden olabilmektedir (161-163). İmmatür nekrotik dişlerin revaskülarizasyon tedavisinde üçlü antibiyotik veya ikili antibiyotik patların kullanımı önerilmektedir. Rejeneratif endodontik tedavi sonrası dişlerde oluşan renk değişikliği, 2015 yılında Kahler ve Rossi-Fedele tarafından kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmiştir (164). Özellikle, metronidazol, minosiklin ve siprofloksasinden oluşan üçlü antibiyotik pat kullanımının, sert doku yapısında koyu renklenmeye sebep olduğu bildirilmiştir (164, 165). İrrigasyon solüsyonları nedeniyle dişte renk değişimi meydana gelebilmektedir. NaOCl, eritrositler üzerindeki hemolitik etkisi ve dentin yüzeyinin kristalleşmesine neden olarak dentin renginin bozulmasına neden olabilmektedir (166). NaOCl, klorheksidin ile temas ettiğinde para-kloroanilin içeren koyu kahverengi bir çökelti oluşturabilmekte ve bu çökelti yalnızca mekanik işlemlerle uzaklaştırılmaktadır (167, 168).

2.10.2.6 Diş Çürükleri

Diş çürüğünün patogenezi, mine tabakasıyla sınırlı yeni başlayan bir lezyonla başlamaktadır. Yeni başlayan çürük lezyonları plak birikimi ile ilişkili olup demineralizasyona bağlı olarak tebeşirimsi beyaz renk şeklinde kendini göstermektedir. Çürük dentine doğru ilerledikçe, üstteki yarı saydam mine alttaki çürüğün rengini ortaya çıkarmakta ve sarımsı kahverengi olarak görünmektedir. Hem minenin hem de dentinin

yıkımını içeren geniş çürükler açık kahverengiden koyu kahverengiye veya neredeyse siyaha kadar değişen bir renk oluşturmaktadır (169).

2.10.2.7 Kalsifik Metamorfoz/Distrofik Kalsifikasyon

Travma, kalsifik metamorfoza neden olabilmekte ve pulpanın mineralize doku ile obliterasyonuna yol açabilmektedir. Travma nedeniyle pulpadaki olgunlaşmamış kök hücreler odontoblastlarla yer değiştirerek hızlı bir şekilde reparatif dentin yapımına neden olmaktadır. Bunun sonucunda, dişlerde sarı veya sarı-kahverengi renk değişiklikleri meydana gelmektedir. Travmaya bağlı renk değişimi en çok ön grup dişlerde görülmektedir. Reparatif dentin yapımı kurunun yarı saydamlığının azalmasına neden olmaktadır (129). Distrofik kalsifikasyon, çoğunlukla perinöral ve perivasküler konumlarda bulunma eğilimindedir ve yaşlanan pulpada sıklıkla görülmektedir. Kalsifik metamorfoz ve distrofik kalsifikasyon için renk değişiklikleri esas olarak translusensi ile ilgili olduğu için, beyazlatma prosedürlerinin olumlu sonuçlar vermesi beklenmemektedir. Ciddi durumlarda veneerler veya tam koronal kaplama restorasyonları endike olabilmektedir (94).

2.10.2.8 Kök Rezorpsiyonu

Servikal kök rezorpsiyona sahip dişlerde çoğunlukla pembe renk değişiklikleri görülmektedir. Rezorptif defektin granülasyon dokusu, ince bir diş minesi tabakasından görülebilmekte ve dişte karakteristik "pembe nokta" görünümü izlenmektedir. Tedavi; granülasyon dokusunun çıkarılmasını, doku kalıntılarının trikloroasetik asit kullanılarak uzaklaştırılmasını ve defektin adeziv sistemler yardımıyla restorasyonunu içermektedir. Ciddi vakalarda dişin çekilmesi gerekebilmektedir (94).

2.10.2.9 Yaşlanma

Yaşlanma nedeniyle dişlerde renklenme meydana gelmesi fizyolojik bir sürecin sonucudur. Bunun başlıca sebebi, renklendirici ajanların zamanla diş sert dokularına penetre

olmasıdır (147). Dişlerde meydana gelen insizal aşınmalar ve çatlaklar renklendirici ajanların diş sert dokularına daha kolay penetre olmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca, zamanla mine incelmekte ve dentin ile mine arasındaki oranın değişmesine bağlı olarak dişlerde optik koyulaşmaya neden olmaktadır. Ekstrakoronal beyazlatma yaşa bağlı renk değişikliklerinde kısmen başarılı olabilmektedir (94).

2.10.3 Ekstrinsik Nedenler

Ekstrinsik lekeler yiyecek, içecek veya sigaraya bağlı yüzeysel lekeleri ve renk değişikliklerini tanımlamaktadır. Kahve, çay gibi içeceklerden gelen pigmentler ve sigara dişlerde koyu, kahverengimsi renk değişikliklerine neden olabilmektedir. Gıda kaynaklı renklenmelerin sebepleri arasında; aşırı portakal, meyan kökü, havuç veya çikolata tüketimi yer almaktadır. Farklı nüfusların yaşadığı bölgelerde betel çiğneme ve areka cevizi kullanımı yaygın olabilmektedir. Özellikle Güneydoğu, Doğu Asya, Hindistan ve Nepal kökenli insanlar etkilenebilmektedir. Sürekli betel cevizinin çiğnenmesi siyah renk değişimine sebep olabilmektedir. Asidik gıdalardan kaynaklanan demineralizasyon veya kötü ağız hijyeni diş yüzeyini daha pürüzlü bir hale getirdiği için, lekelenmenin etkileri hızlanabilmekte veya arttırabilmektedir. Ekstrinsik nedenlere bağlı renklenmelerin tedavisinde genellikle diş taşı temizliği, cilalama veya beyazlatma işlemleri önerilmektedir (94).

2.11 Diş Renginin Algılanması ve Ölçülmesi

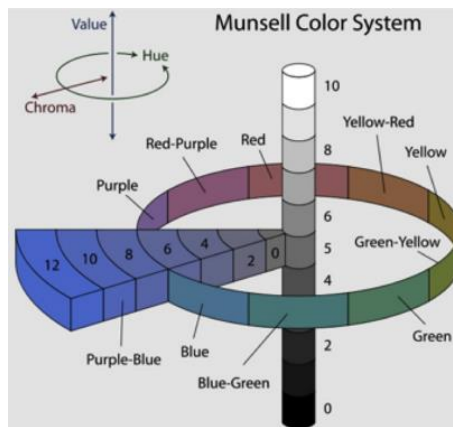
Estetik, günümüz toplumunda her zamankinden daha büyük bir rol oynamaktadır. Diş hekimliğinde, estetik açıdan hoş ve mümkün olduğunca doğal restorasyonlar elde etme çabaları son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Burada diş şekli ve pozisyonunun yanı sıra diş rengi de çok önemlidir. Bu nedenle diş renginin belirlenmesi, protetik ve konservatif diş sağlığı önlemlerinin alınması açısından önemli bir adımdır. Hassas bir diş rengi belirlemenin yüksek klinik önemi nedeniyle, dış faktörlerden mümkün olduğunca az etkilenen objektif ve tekrarlanabilir bir diş rengi belirlemeyi amaçlayan sistemler sürekli olarak geliştirilmektedir (170).

2.12 Renk Sistemleri

Renk seçimi, diş hekimi için zor ve dikkatli yapılması gereken bir işlemdir. Estetik olarak başarılı sonuçlar alınabilmesi için ışık ve renk prensiplerinin çok iyi anlaşılması gerekmektedir (171). 1611 gibi erken bir tarihte, renk Sigfried Forsius tarafından üç boyutlu bir varlık olarak sunulmuştur. O zamandan beri bu üç boyutlu özelliği açıklamak için çok sayıda sistem geliştirilmiş ve çok sayıda yaklaşım kullanılmıştır (172). Günümüzde diş hekimliği alanında en çok kullanılan renk sistemleri Munsell renk sistemi ve Commission International de l'Eclairage (CIE) renk sistemidir (173).

2.12.1 Munsell Renk Sistemi

Munsell renk sistemi diş hekimliği literatüründe rengi ölçmek için kullanılan yaygın bir sistemdir. Munsell renk sisteminde, 'hue, value ve chroma' rengin özelliklerini tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır (174, 175). Hue renk tonunu tanımlamaktadır. İletilen ışığın dalga boyuna bağlı olarak bir nesnenin tonu (kırmızı, yeşil vb.) tespit edilmektedir. Bir rengin tonu, iletilen dalga boyunun görünür spektrumdaki yerine göre belirlenmektedir (176). Value bir rengin parlaklığını veya açıklık-koyuluk derecesini tanımlamaktadır. Nesnenin ilettiği ışık enerjisi miktarı, nesnenin value değerini doğrudan etkilemektedir (176). Chroma, renk tonunun yoğunluğunu ifade etmektedir. Diş hekimliği terminolojisinde doygunluk ve chroma terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılmaktadır. Her iki terim de bir renk tonunun gücünü veya yoğunluğunu tanımlamaktadır (176).

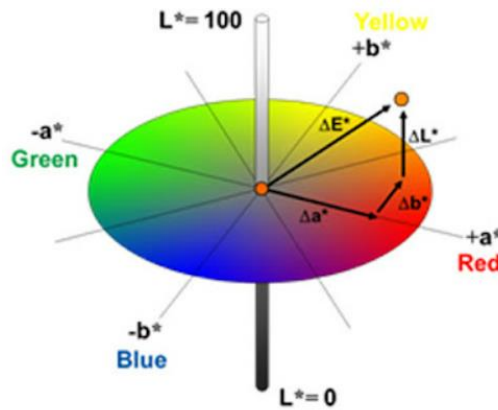


Şekil 2.1. Munsell Renk Sistemi (177)

2.12.2 CIELAB Renk Sistemi

Renk ve görünüm gibi alanlarda standardizasyona adanmış bir kuruluş olan CIE, 1931 yılında standart bir ışık kaynağını tanımlamış, standart bir gözlemci geliştirmiş ve insan görme sisteminin belirli bir renge nasıl tepki verdiğini temsil eden tristimulus değerlerinin hesaplanmasını sağlamıştır. 1976 yılında CIE, gözdeki üç ayrı renk reseptörüne (kırmızı, yeşil ve mavi) dayanan kabul edilmiş renk algısı teorisini destekleyen ve şu anda en popüler renk sistemlerinden biri olan CIE LAB renk sistemini tanımlamıştır.

İnsan gözünün görebileceği bütün renkleri tanımlayan CIELAB renk sistemi, cihazdan bağımsız bir model oluşturmuştur. Bu renk sisteminde L^* , a^* ve b^* olmak üzere üç eksen bulunmaktadır (178). Bu sisteme göre L^* koordinatı, dikey ekseni (y) oluşturmakta ve Munsell sistemindeki value değerinde olduğu gibi cismin; açıklık/koyuluk, parlaklık veya siyah/beyaz derecesini belirtmektedir. L^* değerinin 0 olması siyah rengi, 100 olması ise beyaz rengi temsil etmektedir (179). a^* ve b^* eksenleri rengin kromatik özelliğini temsil etmektedir. a^* değeri rengin kırmızılık-yeşillik oranını, b^* değeri ise sarılık-mavilik oranını göstermektedir. a^* koordinatının (x eksen) negatif değerleri yeşil, pozitif değerleri kırmızı renkteki doygunluğu belirtmektedir. b^* koordinatının (z eksen) negatif değerleri mavi, pozitif değerleri sarı renkteki doygunluğu belirtmektedir (180). a^* ve b^* koordinatları nötr renklerde (beyaz, gri) sıfıra yaklaşmakta ve daha doygun veya yoğun renklerde büyüklükleri artmaktadır.



Şekil 2.2. CIELAB Renk Sistemi

CIELAB renk sistemi, renk farklılıklarını görsel algı ve klinik önemle bağlantılı olacak şekilde ifade etmektedir (178). CIELAB sisteminde iki renk arasındaki farkı hesaplamak için; $\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$ formülü kullanılmaktadır (179).

2.13 Diş Rengi Ölçüm Yöntemleri

Diş renginin belirmesi için günümüzde çok sayıda farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler görsel ve enstrümantal olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Görsel yöntem subjektif olup genellikle renk skalaları kullanılarak ölçüm yapılmaktadır. Enstrümantal yöntemler ise daha objektif olup genellikle spektrofotometreler, kolorimetreler, spektororadyometreler, ve görüntü analiz teknikleri kullanılarak ölçüm yapılmaktadır (178).

2.13.1 Görsel Ölçüm

Klinik diş hekimliğinde, hastanın dişinin bir renk skalası kullanılarak ölçülmesi yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (181). Bununla birlikte, renk seçiminin görsel olarak belirlenmesi güvenilirmez ve tutarsız bulunduğu için bu yöntem diş hekimliğinde devam eden bir sorundur (182). Görsel ölçümler kullanılarak yapılan renk değerlendirilmesi subjektiftir. Bu amaçla, ticari olarak üretilen renk tonu kılavuzları kullanılmaktadır. Renk tonu kılavuzları ile renk eşleştirmesi yapmak, değişken gözlemci yorumu ve çevresel etkiler nedeniyle son derece zor olmaktadır. Ayrıca, mevcut renk tonu kılavuzları doğal dişlerin sahip olduğu bütün renk aralığını temsil etmede yetersiz kalmaktadır (174). Yapılan çalışmalar, görsel karşılaştırma yoluyla renk değerlendirmesinin güvenilirmez olduğunu göstermektedir. Bunun nedenleri arasında, gözlemcilerin farklı renk algılama yeteneklerine sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, gözlemcinin fizyolojik ve psikolojik durumları da renklerin görsel olarak değerlendirilmesini etkilemektedir. Tutarsızlıklar; yorgunluk, yaşlanma, duygular, aydınlatma koşulları, önceki göz maruziyeti, nesne ve aydınlatıcı konumu gibi kontrolsüz faktörlerden kaynaklanabilmektedir (183-185). Bunun yanı sıra, her gözlemci bu faktörlerden farklı derecelerde etkilenmektedir (181).

2.13.2 Enstrümantal Ölçüm

1970'lerin başından beri renk değerlendirmesi için çeşitli elektronik cihazlar diş hekimliğinde kullanılmaktadır (186). Enstrümantal ölçüm yöntemi; objektif olması ve daha hızlı elde edilmesi sebebiyle görsel ölçümlere göre daha avantajlı bir yöntemdir (187). Spektrofotometreler, kolorimetreler, spektoradyometreler ve dijital kameralar renk analizi için kullanılan yaygın sistemlerdir (186).

2.13.2.1 Spektrofotometre

Spektrofotometreler objektif olmaları ve rahat kullanıma sahip olmaları nedeniyle diş hekimliğinde renk analizi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (188). Spektrofotometrelerin temel çalışma prensibi; cisimden yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesine dayanmaktadır (189). Spektrofotometreler, görünür spektrum boyunca nesneden yansıyan 1-25 nm aralığındaki ışık enerjisini ölçmektedirler (190, 191). Daha sonra, ölçtükleri bu değerleri CIEXYZ, CIELAB gibi çeşitli renk koordinatlarına ve renk tonu değerlerine dönüştürmektedirler (192). Spektrofotometreler, tek bir renk tonunu ölçebileceği gibi diş yüzeyindeki ince renk tonu farklılıklarını da haritalayabilmektedir. Bir monokromatör, dedektör ve ışık kaynağı spektrofotometrenin ana bileşenleri arasındadır. Spektrofotometre ile elde edilen değerler, dental renk kılavuzlarına göre ayarlanarak renk tonu eş değerlerine dönüştürülmektedir (193). İnsan gözüyle yapılan gözlemler ve geleneksel teknikler karşılaştırıldığında, spektrofotometrelerin doğrulukta %33 artış ve vakaların %93,3'ünde daha objektif bir eşleşme sunduğu bulunmuştur (194).

Spektrofotometreler; daha profesyonel alanlarda, bilimsel çalışmalarda, kalite kontrolünde ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadır (195). Metamerizmi ayırt etmek amacıyla da kullanılmaktadır (195). Diş hekimliğinde ise; restoratif rezinler, porselen restorasyonlar gibi dental materyallerin renkleri ve iki cisim arasındaki renk farkının ölçülmesi amacıyla kullanılmaktadır (196). Spektrofotometreler; gün ışığı, akkor ve floresan lamba gibi değişik aydınlatma koşulları altında farklı sonuçlar verebildikleri için ölçüm yapılırken bu konuda dikkatli olunmalıdır.

2.13.2.2 Kolorimetre

Kolorimetreler, bir nesneden yansıyan ışığı kırmızı, yeşil ve mavi alanlarına filtrelemektedir. Daha sonra tristimulus değerlerini ölçerek bunları CIELAB değerlerine dönüştüren bir cihazdır. Temel olarak, bir ışık kaynağı ve üç adet filtreden oluşan bir dedektöre sahiptir. Yapılan literatür çalışmaları, kolorimetrelerin güvenilir olduğunu, tekrarlanabilir olduğunu ve renk farkını ölçmek amacıyla kullanıldığında doğru ölçümler yaptığını belirtmektedir. Kolorimetreler, diğer cihazlara göre daha kolay bir kullanıma sahiptir. Spektrofotometreler ile kıyaslandığında, kolorimetreler maliyet olarak daha uygundur. Bunların yanı sıra kolorimetreler bazı dezavantajlara sahiptir. Kolorimetreler düz yüzeyleri ölçmek amacıyla tasarlanmış cihazlardır. Dişlerin düz yüzeye sahip olmaması ve yüzey anomalilerine sahip olması kolorimetrelerin kullanımını kısıtlamaktadır. Ayrıca dişlerin yarı saydam olması, ölçümün kenarında ışık kaybına yol açarak ölçüm sonuçlarının hatalı olmasına neden olabilmektedir (192). Bununla birlikte, filtrelerin eskimesi nedeniyle tekrarlanabilirliği zayıf olabilmektedir ve nesne metamerizmi doğrulukları için bir zorluk oluşturmaktadır (197).

2.13.2.3 Spektroradyometre

Spektroradyometreler, görünür spektrum boyunca nesnelerden gelen radyometrik değerleri tespit eden cihazlardır. Kolorimetrik değerleri, radyans ve ışıyım birimleri için sırasıyla parlaklık ve aydınlık ile ifade etmekte ve renk koordinatlarına (CIEXYZ, CIELAB ve CIECLH) dönüştürmektedir. Literatürde, diş renginin belirlenmesi amacıyla spektroradyometrelerin kullanıldığı in vitro ve in vivo çalışmalar bulunmaktadır. Dental çalışmalarda spektroradyometre kullanımının avantajları bulunmaktadır. Cihazın temassız ölçüm yapması ve diğer temaslı ölçüm yapan cihazlara kıyasla daha güvenilir sonuçlar sağlaması önemli bir avantajdır (198). Ancak, diş rengi ölçümlerinde spektroradyometrelerin kullanıldığı yayınlanmış çalışma sayısı diğer renk ölçüm cihazlarına göre daha azdır. Bunun nedenleri, nispeten yüksek maliyetleri ve ölçüm için dikkatli aydınlatma/görüntüleme koşullarının ayarlanması gerekliliği olabilmektedir (192).

2.13.2.4 Dijital Kameralar ve Görüntü Sistemleri

Diş rengi değerlendirmesi için kullanılan en yeni cihazlar dijital kamera teknolojisine dayanmaktadır. Dijital kameralar, fotosit olarak adlandırılan ışığa duyarlı elementleri içeren CCD'ler yardımıyla görüntüleri yakalamaktadır. Her bir fotosit, yüzeyine çarpan ışık yoğunluğuna göre tepki vermektedir. Çoğu sensör; kırmızı, yeşil ve mavi filtreleme kullanmaktadır. Böylece eksiksiz bir renkli görüntü elde edilebilmektedir. Dijital kameralar kullanılarak yapılan renk ölçümünün kolay ve etkili olması sebebiyle bu cihazların son dönemlerdeki popülaritesi artmaktadır. Fakat kullanılan kameranın tipi, ayarları, ortamın aydınlatma koşulları ve ilgili dışın pozisyonu görüntünün kalitesini etkileyen faktörler arasındadır. Bu yüzden renk ölçümü sırasında bu unsurlara dikkat edilmelidir (173).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

İn vitro olarak tasarlanmış olan bu çalışmada çekilmiş insan alt ve üst 1.molar dişler kullanılmıştır. Araştırmanın tüm aşamaları Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalında gerçekleştirilmiştir. Araştırma için Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2023/109 numaralı ve 25.04.2023 tarihli etik kurul onayı alınmıştır. (Bkz. Ek.1).

3.1 Örneklem Büyüklüğü Hesaplanması

Benzer metodolojik tasarıma sahip bir çalışma (199) referans alınarak G * Power 3.1.9.7 programı (Heinrich Heine Üniversitesi, Düsseldorf, Almanya) ile örneklem büyüklüğü hesaplanmıştır. %95 güven ($1-\alpha$), %95 test gücü ($1-\beta$) ve $f=0,625$ etki büyüklüğü ile her bir grupta 8 vaka olmak üzere çalışmaya dahil edilmesi gereken toplam vaka sayısı 64 olarak bulunmuştur. Ancak, bu çalışmada her grupta 10 vaka kullanılmak üzere, toplam vaka sayısı 80 olarak belirlenmiştir.

3.2 Dişlerin Seçimi

Mevcut çalışmaya, çalışmadan bağımsız olarak protetik ve periodontal nedenlerle çekilmiş 40 üst 1. molar ve 40 alt 1. molar diş dahil edildi. Dişlerin seçimi belirli kriterler kullanılarak yapıldı. Bu kriterlere uymayan dişler çalışma dışı bırakıldı.



Şekil 3.1. Çalışmaya dahil edilen dişler

3.2.1 Dişlerin Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri;

- Çürüksüz, kırıksız kurona sahip dişler,
- İntrinsik ya da ekstrinsik kaynaklı renklenme bulunmayan,
- Diş kuronunun vestibül yüzeyinde herhangi bir restorasyon bulundurmayan,
- Daha önce beyazlatma işlemi uygulanmamış,
- Daha önce kanal tedavisi uygulanmamış,
- Yeni çekilmiş üst ve alt 1.molar insan dişleri.

3.2.2 Kullanılacak Dişlerin Çalışmadan Hariç Tutulma Kriterleri;

- Diş kuronunda çürük, kırık varlığı,
- Dişte intrinsik ya da ekstrinsik kaynaklı renklenme varlığı,
- Hipoplazi ya da florozis gibi mine defektleri varlığı,
- Diş kuronunda vestibüle uzanan restorasyon varlığı,
- Daha önce beyazlatma tedavisi uygulanmış,
- Daha önce kanal tedavisi uygulanmış dişler.

3.3 Örneklerin Hazırlanması

10x büyütmede bir DOM altında (Prima DNT, Kaliforniya, ABD) tamamen sağlam ve restorasyonlardan, çatlaklardan ve/veya kusurlardan arınmış olarak değerlendirilen dişler, çekim sonrası %1 kloramin-T çözeltisi (Merck, Darmstadt, Germany) içinde saklandı. Her bir diş, çalışma boyunca %100 nemde $37 \text{ C} \pm 1 \text{ C}$ 'de fosfat tamponlu salin solüsyonunda (Lp Italiana Spa, Milano, İtalya) kapaklı şeffaf plastik kaplarda ayrı ayrı saklandı. Dişler üzerinde bulunan yumuşak ve sert doku artıkları fırça ve küret (#3-4 Gracey, Nordent, ABD) yardımıyla uzaklaştırıldı. Daha sonra dişler giriş kaviteleri hazırlanmak üzere 8 gruba ayrıldı;

Grup A: Üst 1.molar dişlerde geleneksel giriş kavitesi

Grup B: Üst 1.molar dişlerde konservatif giriş kavitesi

Grup C: Üst 1. molar dişlerde ultra konservatif giriş kavitesi

Grup D: Üst 1.molar dişlerde truss giriş kavitesi

Grup E: Alt 1.molar dişlerde geleneksel giriş kavitesi

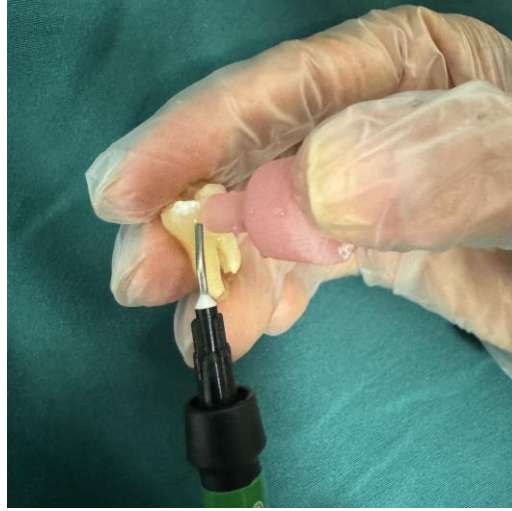
Grup F: Alt 1.molar dişlerde konservatif giriş kavitesi

Grup G: Alt 1. molar dişlerde ultra konservatif giriş kavitesi

Grup H: Alt 1. molar dişlerde truss giriş kavitesi

3.4 Çerçeve Oluşturulması

Tüm ölçümlerde standardizasyonu sağlamak amacıyla dişlerin vestibül yüzeyleri üzerine akışkan kompozitten bir çerçeve hazırlandı. Silikon esaslı bir ölçü materyali (Zetaplus, Zhermack, Badia Polesine, İtalya) yardımıyla spektrofotometrenin diş ile temas eden ucunun ölçüsü alındı. Kimyasal sertleşen akrilik rezin elde edilen ölçüye döküldü ve bir model oluşturuldu. Oluşturulan bu model, dişlerin mine sement sınırına yerleştirilerek çevresine akışkan kompozitten (Filtek Z250, 3M ESPE, Almanya) sabit bir çerçeve hazırlandı. Böylece bütün dişlerin vestibül yüzeyinde spektrofotometrenin ucunun yerleştirileceği sabit bir alan oluşturuldu.



Şekil 3.2. Çerçeve oluşturulması

3.5 Geleneksel, Konservatif, Ultrakonservatif ve Truss Giriş Kavitelerinin Hazırlanması

Bütün kavite preparasyonları DOM kullanılarak hazırlandı.

Üst 1. molar dişlerde geleneksel giriş kavitesi açılırken elmas rond frez ile su soğutması altında okluzal yüzeyin en derin noktasından dik bir açı ile kavite açılmaya başlandı. Kavite sınırlarına oblik sırt, meziyobukkal, distobukkal ve meziyopalatinal tüberküller dahil edildi. Pulpa odası tavanının tamamen kaldırılmasının ardından düz silindir elmas frez ile kavite duvarları paralel hale getirildi. Böylece tüm kanal orifislerine düz hatlı bir erişim sağlandı.



Şekil 3.3. Üst 1. molar dişte geleneksel giriş kavitesi açılması

Üst 1. molar dişlerde konservatif giriş kavitesi açılırken elmas rond frez ile su soğutması altında okluzal yüzeyin en derin noktasından dik bir açı ile kavite açılmaya başlandı. Sadece kanal orifislerini tespit etmek için gereken minimum genişletme yapıldı. Silindir elmas frez ile kavitenin bukkal duvarı dişin bukkal duvarına paralel hale getirildi.



Şekil 3.4. Üst 1. molar dişte konservatif giriş kavitesi açılması

Üst 1. molar dişlerde ultra konservatif giriş kavitesi açılırken elmas rond frez ile su soğutması altında merkezi fossadan veya oklüzal yüzeyin en derin kısmından kavite açılmaya başlandı. Kavitede bütün kanal orifisleri görünecek şekilde minimum boyutta bir genişletme ile apikale doğru ilerlendi. Kavite duvarları silindir elmas bir frez ile diverjan olacak şekilde 45 derecelik açı ile bizotaj yapıldı.



Şekil 3.5. Üst 1. molar dişte ultra konservatif giriş kavitesi açılması

Üst 1. molar dişlerde truss giriş kavitesi açılırken elmas rond frez ile su soğutması altında kanallara giriş için iki ayrı kavite hazırlandı. Bu kavitelerden biri meziyobukkal ve distobukkal kanalları içerirken, diğer kavite palatinal kanalı içeriyordu. Mümkün olduğunca oblik sırta dokunulmamaya çalışıldı. Birinci kavite santral fossanın bukkalinde meziyodistal yönde geniş olacak şekilde, ikinci kavite ise palatinal kanalın bukkalinde yuvarlak bir şekilde açıldı. Kavite duvarları silindir elmas bir frez ile diverjan hale getirildi.



Şekil 3.6. Üst 1. molar dişe truss giriş kavitesi açılması

Alt 1. molar dişlerde geleneksel giriş kavitesi açılırken elmas rond frez ile su soğutması altında okluzal yüzeyin en derin noktasından dik bir açı ile kavite açılmaya başlandı. Kavite sınırları dört tüberkülün yarısı dahil edilecek şekilde hazırlandı. Pulpa odası tavanının tamamen kaldırılmasının ardından düz silindir elmas frez ile kavite duvarları paralel hale getirildi. Böylece tüm kanal orifislerine düz hatlı bir erişim sağlandı.



Şekil 3.7. Alt 1. molar dişe geleneksel giriş kavitesi açılması

Alt 1. molar dişlerde konservatif giriş kavitesi açılırken elmas rond frez ile su soğutması altında okluzal yüzeyin en derin noktasından dik bir aı ile kavite açılmaya başlandı. Sadece kanal orifislerini tespit etmek için gereken minimum genişletme yapıldı. Silindir elmas frez ile kavite duvarları paralel hale getirildi.



şekil 3.8. Alt 1. molar dişe konservatif giriş kavitesi açılması

Alt 1. molar dişlerde ultra konservatif giriş kavitesi açılırken elmas rond frez ile su soğutması altında merkezi fossadan veya oklüzal yüzeyin en derin kısmından kavite açılmaya başlandı. Kavitede bütün kanal orifisleri görünecek şekilde minimum boyutta bir genişletme ile apikale doğru ilerlendi. Kavite duvarları silindir elmas bir frez ile diverjan olacak şekilde 45 derecelik açı ile bizotaj yapıldı.



şekil 3.9. Alt 1. molar dişe ultra konservatif giriş kavitesi açılması

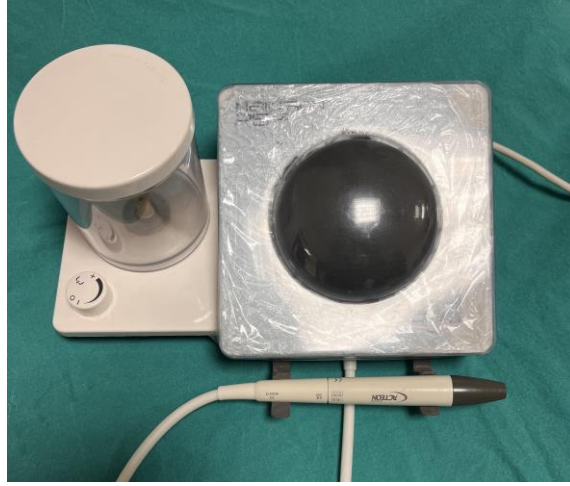
Alt 1. molar dişlerde truss giriş kavitesi açılırken elmas rond frez ile su soğutması altında kanallara giriş için iki ayrı kavite hazırlandı. Bu kavitelerden biri meziyobukkal ve meziyolingual kanalları içerirken, diğer kavite distal kanalları içeriyordu. Mümkün olduğunca santral fossaya dokunulmamaya çalışıldı. Birinci kavite santral fossanın meziyalinde bukkolingual yönde geniş olacak şekilde, ikinci kavite ise santral fossanın distalinde bukkolingual yönde geniş olacak şekilde oval olarak açıldı. Kavite duvarları silindir elmas bir frez ile diverjan hale getirildi.



şekil 3.10. Alt 1. molar dişe truss giriş kavitesi açılması

3.6 Dişlerin Resiproc ile şekillendirilmesi, Dolumu ve Restorasyonu

Giriş kaviteleri hazırlandıktan sonra 10'luk bir K Tipi el eğesi ile apikal açıklık kontrol edildi ve kök ucundan 1 mm kısa kalacak şekilde çalışma boyu belirlendi. Döner alet eğeleri X Smart Plus (Dentsply Sirona) endomotoru ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda resiprokasyon modunda çalıştırıldı. Kanallar Reciproc R25 (VDW, Munich, Germany) ile prepare edildi. %5'lik NaOCl irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldı. Final irrigasyonda sırasıyla; %5'lik NaOCl, %17'lik EDTA, %5'lik NaOCl kullanıldı. #20 numara Irrisafe (Acteon, Marignac, Fransa) ultrasonik uç ve Satelec P5 Newtron XS ultrasonik cihaz (Satelec Acteon, Merignac, Fransa) kullanılarak final irrigasyon aktivasyon prosedürü gerçekleştirildi.



Şekil 3.11. Satelec P5 Newtron XS ultrasonik cihaz



Şekil 3.12. #20 numara Irrisafe ultrasonik uç

Kanal şekillendirmeleri tamamlandıktan sonra bütün kanallar R25 paper point (VDW, Munich, Germany) yardımıyla kurulandı. Kanallar, döner alet eğesi ile uyumlu R25 güta-perka (VDW, Munich, Germany) kullanılarak tek kon tekniği ile dolduruldu. Kanal patı olarak AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanıldı. Kullanılan pat üreticinin talimatlarına göre karıştırıldı. Güta-perka mine sement sınırında kesildi ve diş A2 kompozit ile restore edildi.

3.7 Renk Ölçümü

Spektrofotometre (Vita Easyshade V, Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Germany) dişlerin renk ölçümünü yapmak amacıyla kullanıldı.



Şekil 3.13. Vita Easyshade V Spektrofotometre



Şekil 3.14. Diş renginin ölçülmesi

Sabit bir ışık kaynağı bulunan ortamda, spektrofotometre her bir ölçüm öncesinde kalibre edildi ve ölçümler yapıldı. Her bir ölçüm, dişin bukkal yüzeyinde 3 kez tekrarlanacak şekilde ölçüldü ve bu değerlerin ortalaması kaydedildi. Ölçümler, aynı operatör tarafından tüm zaman aralıklarında 80 dişin tamamına kaydedildi.

Renk, CIELAB renk alanı kullanılarak kaydedildi. Her örnekteki renk değişimi değerleri şu formüle göre ölçüldü.

$$\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

$$\Delta L^* = L1^* - L0^*; \Delta a^* = a1^* - a0^*; \Delta b^* = b1^* - b0^*$$

Farklı minimal invaziv giriş kavitelerinin renk değişimine etkisini incelemek için yaptığımız bu çalışmada, örneklerden 6 kez renk ölçümü yapıldı. Bu ölçümler; deney başlangıcında ilk ölçüm (T0), kanal tedavisinin ve restorasyonun tamamlanmasının ardından (T1), kanal tedavisinin ve restorasyonun tamamlanmasının ardından 1. gün ölçümü (T2), kanal tedavisinin ve restorasyonun tamamlanmasının ardından 7. gün ölçümü (T3), kanal tedavisinin ve restorasyonun tamamlanmasının ardından 30. gün ölçümü (T4), kanal tedavisinin ve restorasyonun tamamlanmasının ardından 60. gün ölçümü (T5) olarak yapıldı.

3.8 İstatistiksel Analiz

Veriler R programı ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile incelendi. İkili gruplara göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Bağımsız iki örnek t testi ve normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Üç ve üzeri gruplara göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Tek yönlü ANOVA kullanıldı ve çoklu karşılaştırma Tamhane's T2 testi ile incelendi. Üç ve üzeri gruplara göre normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Dunn testi ile incelendi. Gruplar içi üç ve üzeri zamana göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Tekrarlı varyans analizi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni testi ile incelendi. Gruplar içi üç ve üzeri zamana göre normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Friedman testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Dunn testi ile incelendi. Analiz sonuçları nicel veriler için ortalama $\pm$ s. sapma ve ortanca (minimum – maksimum) şeklinde sunuldu. Önem düzeyi $p < 0,050$ olarak alındı.

4. BULGULAR

Mevcut çalışmada, 40 adet üst ve 40 adet alt 1. molar dişlere farklı minimal invaziv giriş kavite preparasyonlarının ardından T0, T1, T2, T3, T4 ve T5 zaman aralıklarında Vita Easyshade spektrofotometre ile renk analizi yapıldı. Elde edilen bulgular gruplar arası ve grup içi olarak istatistiksel açıdan yorumlandı.

T0: Başlangıçta herhangi bir işlem yapılmadan önce

T1: İşlemden hemen sonra

T2: İşlemden 1 gün sonra

T3: İşlemden 1 hafta sonra

T4: İşlemden 1 ay sonra

T5: İşlemden 2 ay sonra

Üst molar dişlerin gruplar arası zamana bağlı ΔE değerlerindeki değişim karşılaştırıldığında, gruplara göre ortalanca ΔE t4 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunurken, ΔE t1, t2, t3 ve t5 değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir. ΔE t4 zaman aralığında, Grup A'nın; Grup B ve D gruplarına göre ΔE değeri anlamlı ölçüde daha fazlayken diğer gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir (Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Grup A, B, C ve D'ye göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	Grup A	Grup B	Grup C	Grup D	p
ΔE t1	3.009 (1.616-8.271)	3.5 (1.896- 8.919)	3.811 (2.481- 7.607)	4.477 (1.671- 5.997)	0.614 ^x
ΔE t2	4.877 $\pm$ 1.94	3.368 $\pm$ 1.355	4.91 $\pm$ 2.239	3.243 $\pm$ 2.066	0.097 ^y
ΔE t3	4.722 $\pm$ 2.453	3.652 $\pm$ 2.846	3.64 $\pm$ 1.791	4.515 $\pm$ 2.062	0.621 ^y
ΔE t4	5.86 $\pm$ 2.506 ^a	2.656 $\pm$ 1.178 ^b	4.717 $\pm$ 2.991 ^{ab}	2.74 $\pm$ 0.975 ^b	0.007^y
ΔE t5	4.487 (0.983- 6.786)	2.356 (0.77- 4.878)	3.396 (1.429- 11.077)	2.901 (1.126- 7.11)	0.298 ^x

^x Kruskall Wallis H Test; ^y One Way Anova; ^{a-b} aynı harfe sahip gruplar arasında bir fark yoktur; ortalama $\pm$ s. sapma, ortalanca (minimum- maksimum)

Alt molar dişlerin gruplar arası zamana bağlı ΔE değerlerindeki değişim karşılaştırıldığında, gruplara göre ortalanca ΔE t5 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunurken, ΔE t1, t2, t3 ve t4 değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir. Grup E ile Grup F, Grup G ve Grup H arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Grup F ile Grup G ve Grup H arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Grup G ile Grup H arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çoklu karşılaştırma sonucunda bir fark çıkması genel olarak anlamlı bir sonuç olsa bile çoklu karşılaştırma sonucunda bir fark çıkmaması bir farklılığın olmadığını ifade etmektedir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Grup E, F, G ve H göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	Grup E	Grup F	Grup G	Grup H	p
ΔE t1	2.634 (1.426-11.889)	3.789 (1.609-5.889)	4.593 (2.701-6.558)	2.807 (0.435-4.999)	0.177 ^x
ΔE t2	3.342 (0.953-6.751)	3.283 (1.632-4.272)	4.167 (1.339-10.105)	3.349 (0.779-8.782)	0.901 ^x
ΔE t3	3.666 $\pm$ 1.792	4.894 $\pm$ 3.532	4.949 $\pm$ 2.693	4.199 $\pm$ 1.983	0.599 ^z
ΔE t4	4.274 (1.54- 6.788)	3.867 (1.448-10.485)	2.02 (0.291- 7.979)	2.874 (1.04-4.554)	0.061 ^x
ΔE t5	3.959 (1.835-8.085)	2.52 (0.732- 5.892)	3.407 (1.11- 8.377)	3.004 (0.836-8.413)	0.047^x

^x Kruskall Wallis H Test; ^z One Way Anova; ortalama $\pm$ s. sapma, ortalanca (minimum- maksimum)

Gruplar arası zamana bağlı ΔE değerlerindeki değişim karşılaştırıldığında, gruplara göre ortalanca ΔE t1, t2, t3, t4 ve t5 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. Grup A ile Grup E ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	Grup A	Grup E	p
ΔE t1	3.009 (1.616- 8.271)	2.634 (1.426- 11.889)	0.436 ^x
ΔE t2	4.877 $\pm$ 1.94	3.481 $\pm$ 1.811	0.114 ^y
ΔE t3	4.722 $\pm$ 2.453	3.666 $\pm$ 1.792	0.286 ^y
ΔE t4	5.86 $\pm$ 2.506	4.209 $\pm$ 1.61	0.097 ^y
ΔE t5	3.729 $\pm$ 1.902	4.443 $\pm$ 1.893	0.411 ^y

^x Mann Whitney U Test; ^y Independent T Test; ortalama $\pm$ s. sapma, ortalanca (minimum- maksimum)

Gruplar arası zamana bağılı ΔE değerlerindeki değişim karşılaştırıldığında, gruplara göre ortanca ΔE t1, t2, t3, t4 ve t5 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Grup B ile Grup F ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	Grup B	Grup F	p
ΔE t1	3.5 (1.896- 8.919)	3.789 (1.609- 5.889)	0.796 ^x
ΔE t2	3.368 $\pm$ 1.355	3.115 $\pm$ 0.856	0.624 ^y
ΔE t3	3.652 $\pm$ 2.846	4.894 $\pm$ 3.532	0.398 ^y
ΔE t4	2.656 $\pm$ 1.178	4.379 $\pm$ 2.723	0.083 ^y
ΔE t5	2.437 $\pm$ 1.384	2.505 $\pm$ 1.625	0.921 ^y

^x Mann Whitney U Test; ^y Independent T Test; ortalama $\pm$ s. sapma, ortanca (minimum- maksimum)

Gruplar arası zamana bağılı ΔE değerlerindeki değişim karşılaştırıldığında, gruplara göre ortanca ΔE t1, t2, t3, t4 ve t5 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Grup C ile Grup G ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	Grup C	Grup G	p
ΔE t1	4.57 $\pm$ 1.805	4.413 $\pm$ 1.421	0.830 ^x
ΔE t2	5.062 (1.146- 9.086)	4.167 (1.339- 10.105)	0.190 ^y
ΔE t3	3.64 $\pm$ 1.791	4.949 $\pm$ 2.693	0.217 ^x
ΔE t4	3.835 (1.471- 10.222)	2.02 (0.291- 7.979)	0.105 ^y
ΔE t5	3.396 (1.429- 11.077)	3.407 (1.11- 8.377)	0.853 ^y

^x Independent T Test; ^y Mann Whitney U Test; ortalama $\pm$ s. sapma, ortanca (minimum- maksimum)

Gruplar arası zamana bağlı ΔE değerlerindeki değişim karşılaştırıldığında, gruplara göre ortanca ΔE t1, t2, t3, t4 ve t5 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.6.).

Tablo 4.6. Grup D ile Grup H ΔE değerlerinin karşılaştırılması

	Grup D	Grup H	p
ΔE t1	4.154 $\pm$ 1.382	2.97 $\pm$ 1.438	0.077 ^x
ΔE t2	3.243 $\pm$ 2.066	3.931 $\pm$ 2.146	0.475 ^x
ΔE t3	4.515 $\pm$ 2.062	4.199 $\pm$ 1.983	0.731 ^x
ΔE t4	2.74 $\pm$ 0.975	2.966 $\pm$ 1.139	0.639 ^x
ΔE t5	2.901 (1.126- 7.11)	3.004 (0.836- 8.413)	0.436 ^k

^x Independent T Test; ^k Mann Whitney U Test; ortalama $\pm$ s. sapma, ortanca (minimum- maksimum); ortalama $\pm$ s. sapma, ortanca (minimum - maksimum)

Grup içi zamana bağlı ΔE değerlerindeki değişim karşılaştırıldığında, Grup A ve Grup G içerisinde ΔE ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. T1 ile t2, t3, t4 ve t5 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. T2 ile t3, t4 ve t5 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. T3 ile t4 ve t5 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. T4 ile t5 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çoklu karşılaştırma sonucunda bir fark çıkması genel olarak anlamlı bir sonuç olsa bile çoklu karşılaştırma sonucunda bir fark çıkmaması bir farklılığın olmadığını ifade etmektedir. Grup B, C, D, E, F ve H içerisinde ΔE ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7.).

Tablo 4.7. Her bir grup içerisinde zamana göre ΔE değerlerinin karşılaştırılması

Grup	T1	T2	T3	T4	T5	p
Grup A	3.897 $\pm$ 2.014	4.877 $\pm$ 1.94	4.722 $\pm$ 2.453	5.86 $\pm$ 2.506	3.729 $\pm$ 1.902	0.026^x
Grup B	3.5 (1.896- 8.919)	3.331 (1.404- 5.482)	3.439 (0.552- 10.145)	3.002 (0.834- 4.238)	2.356 (0.77- 4.878)	0.101 ^y
Grup C	3.811 (2.481- 7.607)	5.062 (1.146- 9.086)	3.56 (1.527- 6.502)	3.835 (1.471- 10.222)	3.396 (1.429- 11.077)	0.634 ^y
Grup D	4.154 $\pm$ 1.382	3.243 $\pm$ 2.066	4.515 $\pm$ 2.062	2.74 $\pm$ 0.975	3.423 $\pm$ 2.125	0.159 ^x
Grup E	2.634 (1.426- 11.889)	3.342 (0.953- 6.751)	3.489 (1.271- 6.904)	4.274 (1.54- 6.788)	3.959 (1.835- 8.085)	0.904 ^y
Grup F	3.677 $\pm$ 1.415	3.115 $\pm$ 0.856	4.894 $\pm$ 3.532	4.379 $\pm$ 2.723	2.505 $\pm$ 1.625	0.170 ^x
Grup G	4.593 (2.701- 6.558)	4.167 (1.339- 10.105)	4.368 (1.765- 8.976)	2.02 (0.291- 7.979)	3.407 (1.11- 8.377)	0.049^y
Grup H	2.807 (0.435- 4.999)	3.349 (0.779- 8.782)	3.622 (0.852- 7.855)	2.874 (1.04- 4.554)	3.004 (0.836- 8.413)	0.512 ^y

^x Repeated Measures Anova; ^y Friedman Test; ortalama $\pm$ s. sapma, ortanca (minimum- maksimum)



Şekil 4.1. Tüm gruplardan seçilmiş birer dişin T0, T1, T2, T3, T4 ve T5 zaman aralıklarında fotoğraflandırılması

5. TARTIŞMA

Endodontik giriş kavitesinin hazırlanması, kök kanal sisteminin etkili bir şekilde enstrümantasyonu ve doldurulması için temel bir ön koşuldur (5). Yıllar boyunca endodontik giriş kavitesinin ana hatları her diş tipi için standardize edilmiş fakat diş dokusunun korunmasına çok az önem verilmiştir. Günümüzde periservikal dentini korumak amacıyla minimal invaziv giriş kavite tasarımları önerilmektedir (200). Periservikal dentinin korunması, tedavi edilen dişin normal işlevini, dayanıklılığını ve estetiğini sürdürmede oldukça önemlidir (201). Mevcut çalışmada, alt ve üst 1. molar dişlerde açılan farklı minimal invaziv giriş kavitesi tasarımlarının renk değişimine olan etkisi belirli zaman aralıklarında spektrofotometre ile ölçülerek karşılaştırıldı.

İn vitro ortam şartlarında gerçekleştirilen çalışmalarda incelenen gruplar arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde çalışma standardizasyonunun sağlanması büyük önem taşımaktadır. Yapılan literatür taraması sonucu koronal renk değişikliğinin incelendiği in vitro çalışmalarda standardizasyon sağlanması amacıyla incelenecek olan örneklerin aynı diş grubuna sahip olması ve bu örneklerin benzer renk aralıklarında olması gerektiği bildirilmektedir. Bunlara ek olarak, araştırma sonucunu etkileyebileceği için işlem öncesinde çürük, restorasyon, kırık/çatlak olmayan ve herhangi bir koronal renklenmesi bulunmayan dişlerin kullanılması gerektiği rapor edilmektedir (202). Bütün bu faktörler göz önüne alındığında çalışmamızda standardizasyonun sağlanması ve gruplar arasındaki örnek farklılıklarının en aza indirilmesi amacıyla herhangi bir çürüğü, restorasyonu bulunmayan yeni çekilmiş alt ve üst 1. molar dişler kullanıldı.

Kök kanal kemomekanik enstrümantasyonu sonrası, smear tabakası adı verilen ve aynı zamanda bakteri ve yan ürünlerini de içerebilen organik ve inorganik materyalden oluşan bir tabaka oluşmaktadır. Bu tabaka, irrigasyon solüsyonlarının ve kanal içi medikamentlerin dentin tübüllerine nüfuz etmesini önleyebilir ve kök dolgu malzemelerinin kanal duvarlarına adaptasyonunu engelleyebilir. Smear tabakasının kaldırılması konusunda henüz bir fikir birliği oluşmamıştır. Fakat yapılan literatür çalışmaları, smear tabakasının kaldırıldığı dişlerde, kök kanal sisteminin daha kapsamlı dezenfekte edildiğini ve kullanılan kök kanal dolgu malzemelerinin kanal duvarlarına daha iyi adaptasyon sağladığını göstermektedir (104). Organik dokuları çözebilen ve smear tabakasını demineralize edebilen tek bir solüsyon

bulunmadığından organik ve inorganik solventlerin sırayla kullanılması tavsiye edilmektedir (203-205). Kök kanal tedavisinde irrigasyon solüsyonu olarak sıklıkla NaOCl kullanılmaktadır. Kanaldaki organik maddeyi çözebilen, yaygın kullanılan bir materyaldir. Bu nedenle biyofilmin yanı sıra nekrotik doku kalıntılarının giderilmesinde NaOCl kullanımı büyük önem taşımaktadır (206, 207). Smear tabakasının ve dentinin sadece inorganik kısmına etki göstermesi nedeniyle, irrigasyon solüsyonu olarak EDTA'nın tek başına kullanımı önerilmemektedir. Bu tabakanın tamamen ortadan kaldırılması amacıyla EDTA ve NaOCl'nin kombine kullanımı tavsiye edilmektedir (208, 209). Birçok yazar, EDTA ve NaOCl'nin dönüşümlü kullanılmasıyla smear tabakasının yanı sıra yumuşak doku ve debrislerin de uzaklaştırılmasının sağlanabileceği konusunda hemfikirler (204, 210). Goldman ve ark. (208), en etkili final irrigasyonu amacıyla farklı konsantrasyonlardaki EDTA ve NaOCl kombinasyonlarını değerlendirmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmanın sonucunda, 10 ml %17 EDTA'nın ardından 10 ml %5 NaOCl kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu bulgu Yamada ve arkadaşları (204) tarafından yapılan çalışmalarla doğrulanmıştır. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında bu çalışmada grupların tamamında kök kanal preparasyonu tamamlandıktan sonra final irrigasyonu uygulanmasında irrigasyon solüsyonu olarak %5 NaOCl ve %17 EDTA kullanıldı.

Günümüzde, endodonti alanında önemli gelişmeler olmasına rağmen, hala kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu büyük bir zorluk olmakla birlikte tam bir dezenfeksiyondan bahsetmek mümkün değildir (211). Bununla birlikte, karmaşık kök kanal anatomisi nedeniyle, kök kanal sisteminin eksiksiz bir şekilde mekanik preparasyonu zorlu bir süreç olmaktadır (212). Kök kanal sisteminin mekanik preparasyonu sırasında, enstrümanle edilmeyen bölgelerin bulunması ilerideki tedavi prognozunu olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle, kök kanalı dezenfeksiyon prosedürlerinin etkinliğini artırmak için mekanik preparasyon antibakteriyel irrigasyon solüsyonları ile kombine edilmektedir (213). Kök kanal sistemi için dezenfeksiyonun etkinliğini arttırmak ve tedavi sonuçlarını iyileştirmek için yeni yöntemler arayışında, ultrasonik irrigasyon gibi yeni teknikler önerilmektedir (119).

Bu irrigasyon aktivasyon sisteminin iki alt türü bulunmaktadır. İlkinde, ultrasonik aktivasyon ve enstrümantasyonun eş zamanlı yapıldığı, ikincisinde ise enstrümantasyon yapılmaksızın ultrasonik aktivasyonun yapıldığı teknikten bahsedilmektedir. Bahsedilen ilk teknik, kök kanal sisteminde mekanik preparasyon sırasında düzensiz şekiller oluşturmaları ve kanalın son şeklinin kontrol edilmesinin zor olması nedeniyle klinik uygulamalarda

kullanımından vazgeçilmiştir. Ultrasonik olarak aktive edilmiş eğerler kullanıldığında, özellikle kurvatürlü kanallarda transportasyon ve radiküler perforasyonlar görülebilir. Bu sebeplerden dolayı, ultrasonik aktivasyon geleneksel manuel yöntemlere bir alternatif olarak öne çıkmamaktadır. Literatürde, ultrasonik irrigasyon tekniği ile pasif ultrasonik irrigasyon tekniğinin karşılaştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, ultrasonik irrigasyona kıyasla pasif ultrasonik irrigasyonun daha fazla avantaja sahip olduğunu göstermektedir (214). Preparasyon kullanılmayan bu teknoloji, kök kanal sisteminde istenmeyen hataların meydana gelme ihtimalini azaltması nedeniyle daha güvenli bir tekniktir. PUI'nin pulpa dokusu ve dentin kalıntıların uzaklaştırma etkinliği incelendiğinde, geleneksel iğne irrigasyonuna kıyasla daha etkili olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmektedir (215). Bunun olası nedenleri arasında, ultrasonun etkisiyle irrigasyon solüsyonunun kanalda daha yüksek hızda hareket etmesi ve daha fazla hacim oluşturması düşünülebilir. Böylece irrigasyon solüsyonları daha fazla debris uzaklaştırarak, aksesur kanallara daha etkin bir şekilde ulaşmaktadır. Smear tabakasının ortadan kaldırılmasıyla ilgili olarak, yapılan kapsamlı literatür çalışmaları, PUI'nin iğne irrigasyonundan önemli ölçüde daha iyi olduğu kanıtlamaktadır (216). Literatür çalışmaları, mekanik enstrümantasyon sonrası PUI kullanımının geleneksel iğne irrigasyonuna kıyasla bakteri sayısını azaltmada daha etkili olduğunu göstermektedir (217). Ancak bazı çalışmalar ultrasonik aktivasyon kullanıldığında hayatta kalan kolonilerin sayısını azaltsa da hiçbir tekniğin tam dezenfeksiyonu sağlayamayacağını göstermektedir (218). Çoğu yazar (219), ultrasonik aktivasyon için en iyi zamanın kök kanalının şekillendirilmesinden sonra olduğunu belirtmektedir; çünkü bu, bazı yazarların gösterdiği gibi, iğnenin çalışma uzunluğu boyunca yerleştirilmesine ve böylece irrigasyonun etkinliğinin artmasına olanak tanımaktadır. Bu sebeplerden dolayı, bu çalışmada incelenen bütün gruplarda mekanik enstrümantasyon işleminin tamamlanmasının ardından irrigasyon aktivasyon işlemi sırasında pasif ultrasonik irrigasyon sistemlerinden biri olan İrrisafe ultrasonik uç kullanıldı.

Renk değişimini inceleyen çalışmalar, diş renklenmesinin nedenlerini konumuna göre ekstrinsik veya intrinsik olarak sınıflandırmaktadır (220). İntrinsik renklenmeler lokal veya sistemik kaynaklı olabilmektedir (221). Dişlerde bulunan çürükler, kullanılan restoratif materyaller intrinsik renklenmelere sebebiyet verebilmektedir. Bu sebeple çalışmamızda diş renklenmesini minimuma indirmek amacıyla çürüğü ve herhangi bir restorasyonu bulunmayan dişler seçilmiştir. Endodontik olarak tedavi edilen dişlerin renklenmesinin

bilinen nedenleri arasında endodontik medikamentler ve çeşitli dolgu malzemeleri de yer almaktadır (222). Dolgu maddesi ve radyopasitleyici olarak trioksit içeren kök kanalı materyalleri renklenmeye sebep olabilmektedir (223). AH 26, korozyona uğrayabilen ve gri/siyah renk değişimine neden olabilen gümüş içermektedir (159). Daha yeni bir materyal olan AH Plus, radyopaklaştırıcı olarak zirkonyum oksit içermektedir ve zaman içinde daha iyi renk stabilitesine sahiptir (223). Bu nedenle, çalışmamızda renk değişikliği riskini azaltmak için önleyici kanal dolgu malzemesi olarak AH Plus kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar, kök dolgusunun servikal sınırının da endodontik olarak tedavi edilen dişlerin koronal renk değişikliği ile ilişkili olduğunu göstermektedir (224). Endodontik materyalin servikal sınırının belirlenmesine ilişkin yetersiz bir endodontik prosedür, aksiyal dentin duvarları ile doğrudan temasa izin verebilmekte ve kimyasal bileşenler arasındaki etkileşim zamanla diş renginin koyulaşmasına neden olabilmektedir (159). Bu durumda, dolgu materyalinin mine sement birleşiminin altından kesilmesi uygun görülmektedir (224).

Günümüzde diş rengini belirlemek, analiz etmek ve doğrulamak amacıyla birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler görsel ve enstrümantal olarak ikiye ayrılmaktadır. Görsel yöntemde renk kılavuzları kullanılırken, enstrümantal yöntem spektrofotometreler, kolorimetreler, spektrodadyometreler ve dijital görüntü analiz tekniklerinin kullanılmasını içermektedir (225). Diş renginin klinik olarak değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yöntem, ticari bir renk tonu kılavuzu ile görsel renk tonu eşleştirmesidir (226). Aydınlatma, yaş, cinsiyet, göz yorgunluğu ve renk görme eksiklikleri gibi faktörler görsel renk tonu seçimini etkileyebileceğinden, genellikle tutarsız ve öznel bir yöntem olarak kabul edilmektedir (178). Mevcut literatür incelendiğinde, enstrümantal ölçüm yöntemlerinin görsel ölçümlere kıyasla daha yüksek doğruluk ve hassasiyet gösterdiği öğrenilmiştir (227). Yapılan çalışmalar, enstrümantal ölçüm yöntemlerinden biri olan kolorimetrelerin, genel olarak güvenilir olduğu, iyi tekrarlanabilirliğe sahip olduğu ve renk farkı ölçümleri için doğru olduğunu göstermektedir (228). Ancak, diş rengini belirlemek amacıyla kolorimetre kullanımının bazı olumsuz yönleri mevcuttur. Kolorimetreler düz yüzeyleri ölçmek amacıyla tasarlanmış cihazlardır. Dişlerin düz yüzeye sahip olmaması ve yüzey anomalilerine sahip olması kolorimetrelerin kullanımını kısıtlamaktadır. Bu sebeple diş renginin belirlenmesinde hatalı sonuçlar verebileceği bildirilmiştir (181). Ayrıca; dişlerin yarı saydam olması, ölçülen diş örneğinin kenarında ışık kaybına yol açarak yanlış renk değerlerine sebep olabilmektedir. Cihazlar arası uyum ise nispeten daha düşüktür. Sonuç olarak, dişlerin kolorimetrik

verilerinin karşılaştırılması tavsiye edilmemektedir (178). Enstrümantal ölçüm yöntemleri arasında spektoradyometreler de bulunmaktadır. Spektoradyometreler, in vitro ve in vivo dental çalışmalarda diş rengini ölçmek için kullanılmıştır. Nispeten yüksek maliyetli olmaları, aydınlatma ve görüntüleme koşullarının dikkatli ayarlanması gerekliliği sebebiyle diğer renk ölçüm cihazlarına kıyasla spektoradyometrelerin kullanıldığı daha az sayıda yayınlanmış çalışma bulunmaktadır (192). Spektrofotometre, diş hekimliğinde yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılan renk ölçüm yöntemlerinden biridir ve şu anda altın standart olarak kabul edilmektedir (229). Görsel ve enstrümantal renk tonu eşleştirme becerisi üzerine yapılan sistematik bir incelemede, spektrofotometre kullanılan çalışmalarda daha kesin sonuçlara ulaşıldığı bildirilmektedir (228). Paul ve ark. (194), görsel renk tonu seçiminde %26,6, spektrofotometrik renk tonu seçiminde ise %83,3 oranında eşleştiğini göstermektedir. Bahannan (230), diş hekimliği öğrencileri arasında renk tonu eşleştirme becerisi üzerine yaptığı bir çalışmada, doğru renk tonunun görsel yöntemlerle %36,3, spektrofotometre kullanılarak ise %80,4 oranında seçildiğini göstermektedir. Farklı tasarımlara ve yazılımlara sahip çeşitli spektrofotometreler klinik uygulamalarda renk tespiti yapmak amacıyla kullanılmaktadır (231, 232). Çeşitli ticari spektrofotometrelerin tekrarlanabilirliğini ve doğruluğunu karşılaştıran birçok in vivo ve in vitro çalışma bulunmaktadır (190, 233, 234). SpectroShade ve VITA Easyshade spektrofotometrelerin karşılaştırıldığı bir çalışma yapılmış ve bu çalışmanın sonucunda, tekrarlanabilirlikleri sırasıyla %96,9 ve %96,4 ve doğrulukları ise %80,2 ve %92,6 bulunmuştur (234). Spectroshade ve VITA Easyshade spektrofotometre kullanılarak yapılan maksiller ve mandibular dişlerin renklerinin ölçüldüğü bir klinik çalışmada, CIELAB değerlerinde cihazlar arasında önemli bir fark olmaksızın mükemmel tekrarlanabilirlik gösterdiği bulunmuştur (235). Tüm bu araştırmalar referans alınarak, mevcut çalışmada VITA Easyshade V kullanıldı. İncelen literatür çalışmaları, spektrofotometrelerin tekrarlanabilirliğinin derecesinin ortam aydınlatmasından (236) ve arka plandan (237) etkilenebileceğini göstermektedir, bu yüzden bu cihazları kullanırken dikkatli olunmalıdır . Yapılan çalışmalar, renk değişikliğinin krunun servikal üçte birlik kısmında oklüzal üçte birlik kısma kıyasla daha belirgin olduğunu göstermektedir (160, 238, 239). Mevcut çalışmada, ölçümün her zaman aralığında aynı bölgede tekrarlanmasını sağlamak amacıyla dişlerin bukkal yüzeyinde servikal üçte birlik kısma yakın olacak şekilde, spektrofotometrenin başlığının yerleşebileceği kompozit bir çerçeve yapıldı. Tekrarlanan ölçümlerin standardizasyonunun sağlanabilmesi amacıyla, bütün ölçümler aynı ortamda, aynı ışık altında ve aynı operatör tarafından kaydedildi. Renk ölçümlerinden önce klinisyene bağlı bir hatanın

önüne geçmek amacıyla cihaz üreticinin talimatlarına göre kalibre edilerek her ölçüm 3 kez tekrarlandı. Bu ölçümler kaydedildi ve bu değerlerin ortalaması alındı.

Günümüzde, diş hekimliği uygulamalarında in vivo ve in vitro çalışmalarda rengin tanımlanması amacıyla en çok tercih edilen sistem CIELAB renk sistemidir. Yapılan literatür çalışmaları, diş hekimliği uygulamalarında çok sayıda enstrümantal ölçüm cihazlarının renk belirlenmesi amacıyla bu sistemi kullandığını göstermektedir. Klinik uygulama durumlarındaki ve araştırmalardaki kromatik değişiklikler genellikle bu renk sistemiyle ilişkili renk farklılıkları vasıtasıyla değerlendirilmektedir (240, 241). Literatür çalışmaları incelendiğinde, diş renklenmesi üzerine yapılan in vitro çalışmalar dehidratasyonun diş rengi üzerine etkisi olduğunu göstermektedir. Diş dokuları dehidratasyon sonucu su kaybetmekte ve mine prizmaları arasındaki boşluklar havayla dolmaktadır. Bu durum dişlerin parlaklığının artmasına ve daha opak/beyaz görünmesine sebep olmaktadır (242). Bu sebeple mevcut çalışmada, dehidratasyona bağlı renk değişimini elimine etmek amacıyla bütün dişler, çalışma boyunca %100 nemde $37\text{ C} \pm 1\text{ C}$ 'de fosfat tamponlu salin solüsyonunda kapaklı şeffaf plastik kaplarda ayrı ayrı saklandı.

Mevcut çalışmada 3,3'ten büyük ΔE değerleri klinik olarak algılanabilir renk değişimi olarak kabul edildi. Renk stabilitesindeki önemli farklılıklar, başlangıçtaki ilk renk ölçümü T0 ile T1, T2, T3, T4 ve T5'de ölçülen değerler formüllerle hesaplanarak ΔE değerleri 8 grubun tümü için değerlendirildi.

Minimal invaziv giriş kaviteleri, diş hekimliğinde çürük veya hasarlı alanların tedavisinde mümkün olduğunca az diş dokusu kaybıyla yapılan işlemlerdir. Bu tür kavite hazırlıklarının dişin rengine etkisi, estetik sonuçların korunması ve doğal diş görünümünün sürdürülebilmesi açısından kritik öneme sahiptir (243). Mevcut çalışmanın sonuçları incelendiğinde, test edilen bütün gruplarda farklı zaman aralıklarında başlangıça kıyasla klinik olarak algılanabilir renk değişimi ($\Delta E > 3.3$) gözlemlendi. Yapılan kapsamlı literatür taramasında, giriş kavitelerinin renklenme üzerine etkisinin değerlendirildiği herhangi bir çalışma bulunamadı. Mevcut çalışmanın sonucunda, üst molar dişlere açılan farklı giriş kaviteleri kıyaslandığında, geleneksel giriş kavitesinin açılmasını takiben 1. ayda başlangıça kıyasla daha fazla renklenme meydana geldiği tespit edildi.

Literatür incelendiğinde, dişin içsel renginin mine ve dentinin ışığı dağıtma ve emme özellikleriyle ilişkili olduğu bildirilmektedir (244). Bir dişin rengi, dişin optik özelliklerinin bir bütün olarak etkileşimiyle belirlenmektedir. Vaarkamp ve ark. (245) mine için hidroksiapatit kristallerinin ışık saçılmasına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu, dentin için ise dentin tübüllerinin saçılmanın baskın nedeni olduğu fikrini desteklemektedirler. Bir in vitro çalışma, mine dokusunun uzaklaştırıldığı farklı hastalardan alınan 28 dişin renklerinin, mine dokusunun uzaklaştırılmadan yapılan ölçümlerle kıyaslandığında renk değişiminde önemli bir fark gözlenmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, diş renginin temel olarak dentinin rengiyle belirlendiğini ve minenin sadece küçük bir etki sağladığını ortaya koymaktadır (244). Literatür incelendiğinde, geleneksel giriş kavitesi tasarımı pulpa odasının tamamen uzaklaştırılması ve kök kanallarına düz hatlı erişim sağlanması amacıyla geniş ve aşırı dentin kaybına neden olabilecek kavite preparasyonu prensiplerine sahiptir (244). Clark ve Khademi (16) bunun yerine, pulpa odası çatısının ve krestal kemiğin 4 mm üstünde ve altında bulunan periservikal dentinin mümkün olduğunca çoğunu korumayı amaçlayan minimal invaziv kavite tasarımı önermişlerdir. Yapılan araştırmalar periservikal dentinin korunmasının, tedavi edilen dişin normal işlevini, estetiğini ve dayanıklılığını sürdürmede önemli olduğunu göstermektedir (201). Geleneksel giriş kavitesi açılırken kaybedilen servikal dentin miktarının, minimal invaziv kavitelere göre daha fazla olması dişin translusensliğinde daha fazla kayba ve dolayısıyla kullanılan restoratif materyalin daha fazla yansımaya sebebiyet vermektedir. Isufi ve ark. (246) tarafından yapılan bir çalışma, uzaklaştırılan koronal diş yapısının konservatif giriş kavitelerinde %15'den az iken geleneksel giriş kavitelerinde %15'ten fazla olduğunu göstermektedir. Lin ve ark. (247) üst molar dişlerdeki madde kaybını incelediği farklı bir çalışma, servikal bölgede en fazla diş doku kaybının geleneksel giriş kavitesinde görüldüğünü belirtmektedir. Ayrıca, geleneksel giriş kavite preparasyonu sebebiyle kaybedilen dentin dokusunun yerine kullanılan restoratif materyalin kalınlığı minimal invaziv kavitelere kıyasla daha fazladır. Işıkla sertleşen kompozit rezinlerin farklı kalınlıklardaki translusensi parametrelerinin değerlendirildiği bir çalışma, kullanılan kompozitin kalınlığının artmasıyla translusensinin azaldığını (201) yani daha opak olduğunu göstermektedir (248). Çalışmamızın bulgularıyla benzer şekilde, Kamishima ve arkadaşlarının (249) yaptığı bir çalışma, kullanılan kompozitin kalınlığının artmasıyla daha büyük L* ve b* değerleri gözlemlendiğini göstermektedir.

Minimal invaziv tekniklerle hazırlanan kavitelerde, mine ve dentin tabakalarının büyük ölçüde korunması hedeflenmektedir. Bu sayede dişin doğal rengi muhafaza edilmektedir. Literatür çalışmaları, diş dokusunun korunmasının, dişin orijinal opaklık ve şeffaflık özelliklerinin sürdürülmesinde önemli olduğunu göstermektedir. Korunan diş dokusu, dolgu materyalinin rengiyle dişin geri kalan kısmı arasındaki uyumun daha iyi olmasını sağlamaktadır (250). Minimal invaziv yöntemlerle yapılan restorasyonlar, kompozit dolgu materyallerinin uzun vadeli renk stabilitesini etkilemektedir. Bu tür restorasyonlar, dişin estetik yapısına daha az zarar verdiğinden, zamanla meydana gelebilecek renk değişikliklerinin önüne geçebilmekte ve restorasyonun uzun süre doğal görünümünü korumasını sağlamaktadır (251). Geleneksel giriş kavitelerinde minimal invaziv kavitelere kıyasla daha fazla dentin uzaklaştırılmakta dolayısıyla kaviteler daha geniş olmaktadır. Yapılan literatür araştırmaları, polimerizasyon büzülmesinin kompozit-diş bağlantısındaki başarısızlığa bağlı olarak renklenme sorununa yol açtığını bildirmektedir (252). Kavitenin derinliği ve genişliği polimerizasyon büzülmesini etkileyen faktörler arasındadır. Kavitenin tüm yönlerde küçük olması büzülme değerini azaltmaktadır (253). Geleneksel giriş kavitelerinde minimal invaziv kavitelere kıyasla daha fazla renklenme olmasının olası sebeplerinden birinin polimerizasyon büzülmesinin daha fazla olması düşünülebilir.

Mevcut çalışmanın sonucunda, alt molar dişlere açılan giriş kaviteleri değerlendirildiğinde çeşitli zaman aralıklarında başlangıça kıyasla klinik olarak algılanabilir renk değişimi ($\Delta E > 3.3$) gözlemlendi. Alt molar dişlerin gruplara göre ΔE değerleri karşılaştırıldığında başlangıçtan itibaren 2.ayda istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıktığı görülmüş fakat çoklu karşılaştırmalarda anlamlı bir fark çıkmamıştır. Bu durum genel olarak anlamlı bir fark olmadığını ifade etmektedir. Pereira ve ark. (254), diş-restorasyon arayüzünde bulunan boşlukların varlığının koronal restorasyonların marjinal bütünlüğünü tehlikeye atabileceğini ve mikro sızıntıya neden olarak uzun sürede renklenmeye sebebiyet vereceğini bildirmektedir. Silva ve ark. (11), yaptıkları bir çalışmada çekilmiş dişlerde farklı giriş kavitesi tasarımlarının kompozit ve diş dokusu arasındaki boşluk oluşumuna etkisini incelemiştir. Çalışmamızın bulgularıyla benzer bir şekilde yaptıkları bu çalışma sonucunda, diş-restorasyon ara yüzünde boşlukların oluşumu açısından farklı giriş kavite tasarımları arasında benzerlik olup, anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Mevcut çalışmada geleneksel, konservatif, ultrakonservatif ve truss giriş kaviteleri alt ve üst molar dişler arasında renklenme potansiyelleri açısından karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Literatür çalışmaları, endodontik tedavi sonrası kaviteden uzaklaştırılmadan kalan kanal dolgu malzemesinin ve mine-sement sınırından aşağıda sonlandırılmayan güta perkanın zamanla renk değişikliğine neden olduğunu göstermektedir (255). Kanal patları kimyasal içeriğine bağlı olarak hafif, orta veya şiddetli derecede koronal renk değişikliğine sebebiyet vermektedir (129). Rover ve ark. (256) alt dişlerde farklı kavite dizaynlarını karşılaştırmışlar ve temizleme prosedürlerinin ardından pulpa odasında kalan kök dolgu malzemesi artıklarını incelemişlerdir. Çalışmamızın bulgularıyla benzer bir şekilde yaptıkları çalışmanın sonucunda, farklı giriş kaviteleri arasında pulpa odasındaki kök dolgu kalıntılarının yüzdesi açısından önemli bir fark gözlenmemiştir. Barbosa ve ark. (257) da yaptıkları bir çalışmada farklı giriş kavite tasarımlarının pulpa odasında kalan kök dolgusu kalıntıları üzerine etkisini incelemişler. Çalışmamızın bulgularıyla benzer bir şekilde bu çalışmanın sonucunda, konservatif ve geleneksel giriş kavitesi arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Mevcut çalışmada, her bir grup içinde zamana bağlı ΔE değerleri karşılaştırıldığında, üst molar dişlerdeki geleneksel giriş kavitesi ve alt molar dişlerdeki ultrakonservatif giriş kavitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüş fakat çoklu karşılaştırmalarda anlamlı bir fark çıkmamıştır. Bu durum genel olarak anlamlı bir fark olmadığını ifade etmektedir. Her bir grup içinde zamana bağlı ΔE değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Literatür incelendiğinde, pulpa dokusunun tam olarak uzaklaştırılamaması sonucu kalan pulpa dokusu parçalanmakta ve kan bileşenleri dentin tübüllerine geçmektedir. Bu durum tedavi sonrası pulpa odasındaki artık pulpa kalıntılarının renklemenin ana sebeplerinden biri olduğunu göstermektedir (152). Neelakantan ve ark. (59) alt molar dişlerde yaptıkları bir çalışmada farklı minimal invaziv giriş kavite tasarımlarının pulpa odasının temizliğine olan etkisini geleneksel giriş kavitesi ile karşılaştırmıştır. Çalışmamızın bulgularıyla benzer bir şekilde, yapılan bu çalışmanın sonucunda, geleneksel, konservatif ve truss giriş kavite tipi arasında kalan pulpa dokusu açısından önemli bir fark olmadığını bildirmiştir. Literatür çalışmaları, kavitenin yetersiz açılmasına bağlı olarak mevcut olabilecek ekstra kanalların bulunamaması sebebiyle uzun vadede renklenme meydana gelebileceğini göstermektedir (258). Giriş kavite tasarımının ekstra kanalların tespiti üzerine etkisini değerlendiren 3 çalışma arasında, 2 çalışma üst 1.molar dişlerde MB2

kanalların tespitini (10, 259) ve 1'i de alt 1.molar dişlerde orta mezial kanalın tespitini (260) incelemiştir. Büyütme veya DOM olmadan, geleneksel giriş kavitelerinde konservatif giriş kavitelerine kıyasla daha fazla MB2 tespit edilmiştir (10). Mevcut çalışma DOM altında yapıldı ve çalışmamızın bulgularıyla benzer şekilde, DOM kullanılan çalışmalarda, MB2 veya orta mezial kanal tespit etmede bu iki kavite dizaynı arasında önemli bir fark gözlenmemiştir (259). Ek olarak, Mendes ve ark. (260) yakın tarihli bir çalışmalarında, giriş kavite tipinin deneyimli bir endodontist tarafından DOM altında gerçekleştirildiğinde, mandibular molarlardaki orta mezial kanalların tespitini etkilemediğini bildirmiştir. Rover ve ark. (10), üst molar dişlerde ekstra kanalların tespiti üzerine bir çalışma yapmış ve DOM altında gerçekleştirildiğinde konservatif ve geleneksel giriş kaviteleri arasında anlamlı bir fark olmadığını bildirmiştir.

Çalışmamızda standartlaştırılmış koşullar sağlanmasına rağmen, mevcut in vitro çalışma modeli, klinik durumu tam olarak yansıtmada konusunda sınırlamalara sahiptir. İnsan dişlerinde meydana gelen doğal renk değişimi, gerçek klinik ortamdan uzaklık, diyet, oral hijyen ve tükürük gibi biyolojik faktörlerin eksikliği kullanımını sınırlandırmaktadır. Giriş kavitelerinin renklenme üzerine etkisinin değerlendirildiği daha fazla ve daha uzun süreli randomize kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Alt ve üst 1. molar dişlere açılan farklı minimal invaziv giriş kavite preparasyonlarının renklenme üzerine etkisini spektrofotometrik analizle değerlendiren in vitro çalışmamızın sınırlamaları dahilinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

1. Mevcut çalışmanın sonuçları incelendiğinde, test edilen bütün gruplarda farklı zaman aralıklarında başlangıca kıyasla klinik olarak algılanabilir renk değişimi ($\Delta E > 3.3$) gözlemlendi.
2. Üst molar dişlere açılan farklı giriş kaviteleri kıyaslandığında, geleneksel giriş kavitesinde daha fazla renklenme meydana geldiği tespit edildi.
3. Test edilen diğer gruplarda renklenme açısından anlamlı bir fark tespit edilmedi.
4. Farklı minimal invaziv giriş kavitelerinin renklenme üzerine etkisi sadece arka grup dişlerde incelenmiş olup, ön grup dişlerin incelendiği herhangi bir çalışma literatürde bulunmamaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Levine M. Root-canal therapy: a means of treating oral pain and infection. *Canadian Family Physician*. 1988;34:1357.
2. Gutmann JL, Fan B. Tooth morphology, isolation, and access. *Cohen's pathways of the pulp*, 11th ed St Louis: Elsevier. 2016:130-208.
3. Patel S, Rhodes J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *British dental journal*. 2007;203(3):133-40.
4. Ingle JJ. Endodontic cavity preparation. *Endodontic*. 1985:102-222.
5. Christie W, Thompson G. The importance of endodontic access in locating maxillary and mandibular molar canals. *Journal (Canadian Dental Association)*. 1994;60(6):527-32, 35.
6. Clark D, Khademi J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dent Clin North Am*. 2010;54(2):249-73.
7. COŞGUN MT, ÖZ FT, Mert O, ORHAN K. Comparison of the Effectiveness of Chemo-mechanical and Traditional Caries Removal Methods in Primary Teeth Using Micro-Computed Tomography. *European Annals of Dental Sciences*. 2021;48(3):101-7.
8. Saber SM, Hayaty DM, Nawar NN, Kim H-C. The effect of access cavity designs and sizes of root canal preparations on the biomechanical behavior of an endodontically treated mandibular first molar: A finite element analysis. *Journal of Endodontics*. 2020;46(11):1675-81.
9. Gluskin AH, Peters CI, Peters OA. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *British dental journal*. 2014;216(6):347-53.
10. Rover G, Belladonna FG, Bortoluzzi EA, De-Deus G, Silva EJNL, Teixeira CS. Influence of access cavity design on root canal detection, instrumentation efficacy, and fracture resistance assessed in maxillary molars. *Journal of Endodontics*. 2017;43(10):1657-62.
11. Silva E, Oliveira V, Silva A, Belladonna F, Prado M, Antunes H, et al. Effect of access cavity design on gaps and void formation in resin composite restorations following root canal treatment on extracted teeth. *International Endodontic Journal*. 2020;53(11):1540-8.
12. Pedullà E, La Rosa GRM, Virgillito C, Rapisarda E, Kim H-C, Generali L. Cyclic fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments according to the angle of file access and radius of root canal. *Journal of endodontics*. 2020;46(3):431-6.
13. Ericson D, Kidd E, McComb D, Mjör I, Noack MJ. Minimally invasive dentistry—concepts and techniques in cariology. *Oral Health Prev Dent*. 2003;1(1):59-72.
14. Burke FT. From extension for prevention to prevention of extension:(minimal intervention dentistry). *Dental Update*. 2003;30(9):492-502.

15. Christensen GJ. The advantages of minimally invasive dentistry. *The Journal of the American Dental Association*. 2005;136(11):1563-5.
16. Clark D, Khademi J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dental Clinics*. 2010;54(2):249-73.
17. Bóveda C, Kishen A. Contracted endodontic cavities: the foundation for less invasive alternatives in the management of apical periodontitis. *Endodontic Topics*. 2015;33(1):169-86.
18. Banerjee A. The contemporary practice of minimally invasive dentistry. *Faculty Dental Journal*. 2015;6(2):78-85.
19. Ahmed HMA, Gutmann JL. Education for prevention: a viable pathway for minimal endodontic treatment intervention. *Endod Pract Today*. 2015;9:283-5.
20. Gutmann JL. Minimally invasive dentistry (Endodontics). *Journal of Conservative Dentistry: JCD*. 2013;16(4):282.
21. Gutmann JL, Fan B. Tooth morphology, isolation, and access. *Cohen's Pathways of the Pulp*. 2016;11:142-4.
22. Manigandan K, Ravishankar P, Sridevi K, Keerthi V, Prashanth P, Kumar ARP. Impact of dental operating microscope, selective dentin removal and cone beam computed tomography on detection of second mesiobuccal canal in maxillary molars: A clinical study. *Indian Journal of Dental Research*. 2020;31(4):526.
23. Webber M, Piasecki L, Jussiani EI, Andrello AC, Dos Reis PJ, Azim KA, et al. Higher speed and no glide path: A new protocol to increase the efficiency of XP Shaper in curved canals—An In Vitro study. *Journal of Endodontics*. 2020;46(1):103-9.
24. Azim AA, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP, Huang GT-J. Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *Journal of endodontics*. 2016;42(6):928-34.
25. Asundi A, Kishen A. A strain gauge and photoelastic analysis of in vivo strain and in vitro stress distribution in human dental supporting structures. *Archives of oral biology*. 2000;45(7):543-50.
26. Silva E, Pinto K, Ferreira C, Belladonna F, De - Deus G, Dummer P, et al. Current status on minimal access cavity preparations: a critical analysis and a proposal for a universal nomenclature. *International Endodontic Journal*. 2020;53(12):1618-35.
27. Johnson BR. Access-Related Complications. *Common Complications in Endodontics: Prevention and Management*. 2018:67-85.
28. Castellucci A. Access cavity and endodontic anatomy 2005.
29. Cohen S, Burns R. *Pathways of the pulp* 8th ed. St Louis Mosby. 2002;2:242-52.

30. Adams N, Tomson P. Access cavity preparation. *British dental journal*. 2014;216(6):333-9.
31. White SN, Boehne DJ. Endodontic complications. *Avoiding and Treating Dental Complications: Best Practices in Dentistry*. 2016:50-72.
32. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. *Journal of endodontics*. 2004;30(1):5-16.
33. Plotino G, Nagendrababu V, Bukiet F, Grande NM, Veettil SK, De-Deus G, et al. Influence of negotiation, glide path, and preflaring procedures on root canal shaping—terminology, basic concepts, and a systematic review. *Journal of endodontics*. 2020;46(6):707-29.
34. Yahata Y, Masuda Y, Komabayashi T. Comparison of apical centring ability between incisal - shifted access and traditional lingual access for maxillary anterior teeth. *Australian Endodontic Journal*. 2017;43(3):123-8.
35. Costa F, Pacheco - Yanes J, Siqueira Jr J, Oliveira A, Gazzaneo I, Amorim C, et al. Association between missed canals and apical periodontitis. *International Endodontic Journal*. 2019;52(4):400-6.
36. Rudolph Jr CE, Snyder JH, Shaw JD. Obtaining access for effective root canal therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1957;10(11):1227-31.
37. Peters OA, Koka RS. Preparation of coronal and radicular spaces. Ingle JI BL, Baumgartner JC, editor. 2008:877-81.
38. Vertucci FJ, Haddix JE. Tooth morphology and access cavity preparation. *Cohen's Pathways of the Pulp: Elsevier*; 2011. p. 136-222.
39. Holliday R. *Cohen's pathways of the pulp*. Nature Publishing Group UK London; 2011.
40. Rotstein I, Ingle JI. *Ingle's endodontics: PMPH USA*; 2019.
41. I Ingle J. *Endodontics: BC. Decker*; 2002.
42. Green D. Double canals in single roots. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1973;35(5):689-96.
43. Pineda F. Roentgenographic investigation of the mesiobuccal root of the maxillary first molar. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1973;36(2):253-60.
44. Nelson SJ. *Wheeler's dental anatomy, physiology and occlusion-e-book: Elsevier Health Sciences*; 2014.
45. M Hargreaves K, Cohen S. *Cohen's pathways of the pulp: Mosby Elsevier*; 2011.

46. Benjamin KA, Dowson J. Incidence of two root canals in human mandibular incisor teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1974;38(1):122-6.
47. Melton DC, Krell KV, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *Journal of endodontics*. 1991;17(8):384-8.
48. Borén DL, Jonasson P, Kvist T. Long-term survival of endodontically treated teeth at a public dental specialist clinic. *Journal of endodontics*. 2015;41(2):176-81.
49. Fransson H, Dawson VS, Frisk F, Bjørndal L, Jonasson P, Kvist T, et al. Survival of root-filled teeth in the Swedish adult population. *Journal of Endodontics*. 2016;42(2):216-20.
50. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *Journal of endodontics*. 2010;36(4):609-17.
51. Pereira JR, McDonald A, Petrie A, Knowles JC. Effect of cavity design on tooth surface strain. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013;110(5):369-75.
52. Pantvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *Journal of endodontics*. 1995;21(2):57-61.
53. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *Journal of endodontics*. 1989;15(11):512-6.
54. Silva EJNL, De - Deus G, Souza EM, Belladonna FG, Cavalcante DM, Simões - Carvalho M, et al. Present status and future directions–Minimal endodontic access cavities. *International Endodontic Journal*. 2022;55:531-87.
55. Levin HJ. Access cavities. *Dental Clinics of North America*. 1967;11(3):701-10.
56. Clark D, Khademi JA. Case studies in modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dental Clinics*. 2010;54(2):275-89.
57. Vieira GC, Pérez AR, Alves FR, Provenzano JC, Mdala I, Siqueira Jr JF, et al. Impact of contracted endodontic cavities on root canal disinfection and shaping. *Journal of endodontics*. 2020;46(5):655-61.
58. Plotino G, Grande NM, Isufi A, Ioppolo P, Pedullà E, Bedini R, et al. Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *Journal of endodontics*. 2017;43(6):995-1000.
59. Neelakantan P, Khan K, Ng GPH, Yip CY, Zhang C, Cheung GSP. Does the orifice-directed dentin conservation access design debride pulp chamber and mesial root canal systems of mandibular molars similar to a traditional access design? *Journal of endodontics*. 2018;44(2):274-9.
60. Clark D, Khademi J, Herbranson E. Fracture resistant endodontic and restorative preparations. *Dentistry today*. 2013;32(2):118-23.

61. Aldecoa EA, Mayordomo FG. Modified internal bleaching of severe tetracycline discoloration: a 6-year clinical evaluation. *Quintessence International*. 1992;23(2).
62. Carr GB. Microscopes in endodontics. *Journal of the California Dental Association*. 1992;20(11):55-61.
63. Bowers DJ, Glickman GN, Solomon ES, He J. Magnification's effect on endodontic fine motor skills. *Journal of Endodontics*. 2010;36(7):1135-8.
64. Mamoun JS. The maxillary molar endodontic access opening: A microscope-based approach. *European Journal of Dentistry*. 2016;10(03):439-46.
65. de Carvalho MCC, Zuolo ML. Orifice locating with a microscope. *Journal of endodontics*. 2000;26(9):532-4.
66. Sempira H, Hartwell G. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical study. *Journal of endodontics*. 2000;26(11):673-4.
67. Görduysus MÖ, Görduysus M, Friedman S. Operating microscope improves negotiation of second mesiobuccal canals in maxillary molars. *Journal of endodontics*. 2001;27(11):683-6.
68. Buhrlay LJ, Barrows MJ, BeGole EA, Wenckus CS. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. *Journal of endodontics*. 2002;28(4):324-7.
69. Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Detection rate of root canal orifices with a microscope. *Journal of endodontics*. 2002;28(6):452-3.
70. Saunders WP, Saunders EM. Conventional endodontics and the operating microscope. *Dental Clinics of North America*. 1997;41(3):415-28.
71. Mines P, Loushine RJ, West LA, Liewehr FR, Zadinsky JR. Use of the microscope in endodontics: a report based on a questionnaire. *Journal of Endodontics*. 1999;25(11):755-8.
72. Baldassari-Cruz LA, Lilly JP, Rivera EM. The influence of dental operating microscope in locating the mesiolingual canal orifice. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2002;93(2):190-4.
73. Koch K. The microscope: its effect on your practice. *Dental Clinics of North America*. 1997;41(3):619-26.
74. Kersten DD, Mines P, Sweet M. Use of the microscope in endodontics: results of a questionnaire. *Journal of Endodontics*. 2008;34(7):804-7.
75. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *International endodontic journal*. 2001;34(3):221-30.

76. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dental clinics of north America*. 1974;18(2):269-96.
77. Neelakantan P, Romero M, Vera J, Daood U, Khan AU, Yan A, et al. Biofilms in endodontics—current status and future directions. *International journal of molecular sciences*. 2017;18(8):1748.
78. Siqueira Jr JF, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of endodontics*. 2008;34(11):1291-301. e3.
79. Siqueira Jr J, Pérez A, Marceliano - Alves M, Provenzano J, Silva S, Pires F, et al. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro - computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *International endodontic journal*. 2018;51(5):501-8.
80. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single - file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *International endodontic journal*. 2012;45(5):449-61.
81. Shen Y, Cheung GS-p, Bian Z, Peng B. Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. *Journal of endodontics*. 2006;32(1):61-5.
82. De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RAS, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010;110(3):390-4.
83. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martín-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *Journal of endodontics*. 2010;36(1):157-9.
84. Kim H-C, Kwak S-W, Cheung GS-P, Ko D-H, Chung S-M, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *Journal of endodontics*. 2012;38(4):541-4.
85. Cardoso M, Coelho A, Lima R, Amaro I, Paula A, Marto CM, et al. Efficacy and Patient's Acceptance of Alternative Methods for Caries Removal-a Systematic Review. *J Clin Med*. 2020;9(11).
86. Ricucci D, Siqueira Jr JF, Bate AL, Ford TRP. Histologic investigation of root canal–treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *Journal of endodontics*. 2009;35(4):493-502.
87. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *British dental journal*. 2014;216(6):305-12.

88. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic topics*. 2012;27(1):74-102.
89. Wang R, Shen Y, Ma J, Huang D, Zhou X, Gao Y, et al. Evaluation of the effect of needle position on irrigant flow in the C-shaped root canal using a computational fluid dynamics model. *Journal of endodontics*. 2015;41(6):931-6.
90. Boutsoukis C, Kishen A. Fluid dynamics of syringe-based irrigation to optimise anti-biofilm efficacy in root-canal disinfection. *Roots*. 2012;4:22-31.
91. Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic topics*. 2005;10(1):103-22.
92. Senia ES, Marshall FJ, Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1971;31(1):96-103.
93. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International dental journal*. 2008;58(6):329-41.
94. Berman LH, Hargreaves KM. *Cohen's Pathways of the Pulp: Cohen's Pathways of the Pulp-E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2020.
95. Gazzaneo I, Vieira GC, Pérez AR, Alves FR, Gonçalves LS, Mdala I, et al. Root canal disinfection by single-and multiple-instrument systems: effects of sodium hypochlorite volume, concentration, and retention time. *Journal of endodontics*. 2019;45(6):736-41.
96. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *British dental journal*. 2014;216(6):299-303.
97. Spencer N, Sunday JJ, Erifeta O, Georgina O, Agbor AA, Esosa US, et al. Comparative stabilizing effects of some anticoagulants on fasting blood glucose of diabetics and non-diabetics, determined by spectrophotometry (glucose oxidase). *Asian Journal of Medical Sciences*. 2011;3(6):234-6.
98. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *International endodontic journal*. 2003;36(12):810-30.
99. Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J. New method of irrigation during endodontic treatment. *Journal of endodontics*. 1976;2(9):257-60.
100. Zehnder M, Paque F. Disinfection of the root canal system during root canal re-treatment. *Endodontic Topics*. 2008;19(1):58-73.
101. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic topics*. 2005;10(1):30-76.
102. Gu L-s, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of endodontics*. 2009;35(6):791-804.

103. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, et al. New technologies to improve root canal disinfection. *Brazilian dental journal*. 2016;27:3-8.
104. Violich D, Chandler N. The smear layer in endodontics—a review. *International endodontic journal*. 2010;43(1):2-15.
105. Al - Ali M, Sathorn C, Parashos P. Root canal debridement efficacy of different final irrigation protocols. *International endodontic journal*. 2012;45(10):898-906.
106. Schmidt TF, Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT, Pashley DH, Bortoluzzi EA. Effect of ultrasonic activation of irrigants on smear layer removal. *Journal of endodontics*. 2015;41(8):1359-63.
107. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2002;94(6):658-66.
108. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dental Clinics*. 2010;54(2):291-312.
109. Crozeta BM, Silva-Sousa YTC, Leoni GB, Mazzi-Chaves JF, Fantinato T, Baratto-Filho F, et al. Micro-computed tomography study of filling material removal from oval-shaped canals by using rotary, reciprocating, and adaptive motion systems. *Journal of endodontics*. 2016;42(5):793-7.
110. Yürüker S, Görduysus M, Küçükkaya S, Uzunoğlu E, Ilgın C, Gülen O, et al. Efficacy of combined use of different nickel-titanium files on removing root canal filling materials. *Journal of endodontics*. 2016;42(3):487-92.
111. asiento del pasajero vehículo Break N. 47-Rossi-Fedele G, Ahmed H. Assessment of Root Canal Filling Removal Effectiveness Using Micro-computed Tomography: A Systematic Review. *J Endod*. 2017;43(4):520-6.
112. Alves FR, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira Jr JF. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single-or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. *Journal of endodontics*. 2016;42(7):1114-9.
113. Akman M, Akbulut MB, Aydınbelge HA, Belli S. Comparison of different irrigation activation regimens and conventional irrigation techniques for the removal of modified triple antibiotic paste from root canals. *Journal of Endodontics*. 2015;41(5):720-4.
114. Gomes BP, Aveiro E, Kishen A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Brazilian Dental Journal*. 2023;34:1-33.

115. Virdee S, Seymour D, Farnell D, Bhamra G, Bhakta S. Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta - analysis. *International endodontic journal*. 2018;51(6):605-21.
116. Yilmaz A, Yalcin TY, Helvacioglu-Yigit D. Effectiveness of various final irrigation techniques on sealer penetration in curved roots: a confocal laser scanning microscopy study. *BioMed research international*. 2020;2020:1-7.
117. Virdee S, Farnell D, Silva M, Camilleri J, Cooper P, Tomson P. The influence of irrigant activation, concentration and contact time on sodium hypochlorite penetration into root dentine: an ex vivo experiment. *International Endodontic Journal*. 2020;53(7):986-97.
118. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of ultrasonic cleaning. *Journal of endodontics*. 1980;6(9):740-3.
119. Van der Sluis L, Versluis M, Wu M, Wesselink P. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International endodontic journal*. 2007;40(6):415-26.
120. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of endodontics*. 2007;33(2):81-95.
121. Pavicic DK, Kolceg M, Lajnert V, Pavlic A, Brumini M, Spalj S. Changes in Quality of Life Induced by Tooth Whitening are Moderated by Perfectionism: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *International Journal of Prosthodontics*. 2018;31(4).
122. Fn H. Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent*. 1999;11:291-310.
123. Sulieman M. An overview of tooth discoloration: extrinsic, intrinsic and internalized stains. *Dental update*. 2005;32(8):463-71.
124. Sulieman MA. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology 2000*. 2008;48(1):148-69.
125. Rotstein I, Li Y. Tooth discoloration and bleaching. *Endodontics 5th ed* Hamilton, Ontario, Canada: BC Decker Inc. 2002:845-60.
126. Dubal R, Porter RW. An update on discoloured teeth and bleaching part 1: the aetiology and diagnosis of discoloured teeth. *Dental Update*. 2018;45(7):601-8.
127. Dubal R, Porter RW. An update on discoloured teeth and bleaching part 2: mechanism of action of bleaching agents and management of discoloured teeth. *Dental Update*. 2018;45(8):698-710.
128. Greenwall-Cohen J, Greenwall LH. The single discoloured tooth: vital and non-vital bleaching techniques. *British dental journal*. 2019;226(11):839-49.
129. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British dental journal*. 2001;190(6).

130. Ahmed H, Abbott P. Discolouration potential of endodontic procedures and materials: a review. *International endodontic journal*. 2012;45(10):883-97.
131. Gadhia K, McDonald S, Arkutu N, Malik K. Amelogenesis imperfecta: an introduction. *British dental journal*. 2012;212(8):377-9.
132. Barron MJ, McDonnell ST, MacKie I, Dixon MJ. Hereditary dentine disorders: dentinogenesis imperfecta and dentine dysplasia. *Orphanet journal of rare diseases*. 2008;3:1-10.
133. Clarkson J. Review of terminology, classifications, and indices of developmental defects of enamel. *Advances in dental research*. 1989;3(2):104-9.
134. Aschheim KW. Bleaching and related agents. *Esthetic Dentistry*: Elsevier; 2015. p. 252-80.
135. Abou-Rass M. The elimination of tetracycline discoloration by intentional endodontics and internal bleaching. *Journal of endodontics*. 1982;8(3):101-6.
136. Abou-Rass M. Long-term prognosis of intentional endodontics and internal bleaching of tetracycline-stained teeth. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*. 1998;19(10):1034-8, 40.
137. Anitua E, Zabalegui B, Gil J, Gascon F. Internal bleaching of severe tetracycline discolorations: four-year clinical evaluation. *Quintessence International*. 1990;21(10).
138. Bruun C, Givskov H. Formation of CaF₂ on sound enamel and in caries-like enamel lesions after different forms of fluoride applications in vitro. *Caries Research*. 1991;25(2):96-100.
139. Hayashi K. Bleaching teeth discolored by tetracycline therapy. *DENTAL SURVEY*. 1980;56(3):17-25.
140. Lake FT, O'Dell NL, Walton RE. The effect of internal bleaching on tetracycline in dentin. *Journal of Endodontics*. 1985;11(10):415-20.
141. Walton RE, O'Dell NL, Lake FT, Shimp RG. Internal bleaching of tetracycline-stained teeth in dogs. *Journal of Endodontics*. 1983;9(10):416-20.
142. Botelho MG, Chan AWK, Newsome PRH, McGrath CP, Lam WYH. A randomized controlled trial of home bleaching of tetracycline-stained teeth. *Journal of dentistry*. 2017;67:29-35.
143. Kugel G, Gerlach RW, Aboushala A, Ferreira S, Magnuson B. Long-term use of 6.5% hydrogen peroxide bleaching strips on tetracycline stain: a clinical study. *Compendium*. 2011;32(8).
144. Leonard RH, Sharma A, Haywood vB. Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an in vitro study. *Quintessence International*. 1998;29(8).

145. Nathoo S, Stewart B, Petrone ME, Chaknis P, Zhang YP, DeVizio W, et al. Comparative clinical investigation of the tooth whitening efficacy of two tooth whitening gels. *The Journal of clinical dentistry*. 2003;14(3):64-9.
146. Cappelletto Nogueira Teixeira É, Takeo Hara A, Campos Serra M. Use of 37% carbamide peroxide in the walking bleach technique: A case report. *Quintessence international*. 2004;35(2).
147. Vogel R. Intrinsic and extrinsic discoloration of the dentition.(A literature review). *Journal of oral medicine*. 1975;30(4):99-104.
148. Arens D. The role of bleaching in esthetics. *Dental Clinics of North America*. 1989;33(2):319-36.
149. Marin P, Bartold P, Heithersay G. Tooth discoloration by blood: an in vitro histochemical study. *Dental Traumatology*. 1997;13(3):132-8.
150. Freccia WF, Peters DD, Lorton L, Bernier WE. An in vitro comparison of nonvital bleaching techniques in the discolored tooth. *J Endod*. 1982;8(2):70-7.
151. Rotstein I, Zalkind M, Mor C, Tarabeah A, Friedman S. In vitro efficacy of sodium perborate preparations used for intracoronar bleaching of discolored non - vital teeth. *Dental Traumatology*. 1991;7(4):177-80.
152. BIÇAKCI H. Renklenmiş Devital Dişlerin Walking Bleaching Tekniği ile Beyazlatılması. *Türkiye klinikleri dergisi*. 2015.
153. USTA SN, GÖZÜKARA E. DEVİTAL BEYAZLATMA. *SAĞLIK & BİLİM 2022: Medikal Araştırmalar-IV*. 2023:35.
154. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *The Journal of the American Dental Association*. 1997;128:6S-10S.
155. Abou-Rass M. Evaluation and clinical management of previous endodontic therapy. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1982;47(5):528-34.
156. Brady JM, del Rio CE. Corrosion of endodontic silver cones in humans: a scanning electron microscope and X-ray microprobe study. *Journal of Endodontics*. 1975;1(6):205-10.
157. Partovi M, Al - Havvaz AH, Soleimani B. In vitro computer analysis of crown discolouration from commonly used endodontic sealers. *Australian Endodontic Journal*. 2006;32(3):116-9.
158. VANDERBURGT T, MULLANEY T, PLASSCHAERT A, Eronat C, editors. Tooth discoloration induced by endodontic sealers. *Journal of Dental Research*; 1985: AMER ASSOC DENTAL RESEARCH 1619 DUKE ST, ALEXANDRIA, VA 22314.

159. Allan NA, Walton RE, Schaffer M. Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. *Journal of Endodontics*. 2001;27(6):421-3.
160. Parsons JR, Walton RE, Ricks-Williamson L. In vitro longitudinal assessment of coronal discoloration from endodontic sealers. *Journal of endodontics*. 2001;27(11):699-702.
161. Belobrov I, Parashos P. Treatment of tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*. 2011;37(7):1017-20.
162. Bortoluzzi EA, Araújo GS, Tanomaru JMG, Tanomaru-Filho M. Marginal gingiva discoloration by gray MTA: a case report. *Journal of endodontics*. 2007;33(3):325-7.
163. Boutsoukias C, Noula G, Lambrianidis T. Ex vivo study of the efficiency of two techniques for the removal of mineral trioxide aggregate used as a root canal filling material. *Journal of endodontics*. 2008;34(10):1239-42.
164. Kahler B, Rossi-Fedele G. A review of tooth discoloration after regenerative endodontic therapy. *Journal of endodontics*. 2016;42(4):563-9.
165. Kim J-H, Kim Y, Shin S-J, Park J-W, Jung I-Y. Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report. *Journal of endodontics*. 2010;36(6):1086-91.
166. Gutiérrez JH, Guzmán M. Tooth discoloration in endodontic procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1968;26(5):706-11.
167. Homayouni H, Majd NM, Zohrehei H, Mosavari B, Adel M, Dajmar R, et al. The effect of root canal irrigation with combination of sodium hypo-chlorite and chlorhexidine gluconate on the sealing ability of obturation materials. *The open dentistry journal*. 2014;8:184.
168. Kolosowski KP, Sodhi RN, Kishen A, Basrani BR. Qualitative analysis of precipitate formation on the surface and in the tubules of dentin irrigated with sodium hypochlorite and a final rinse of chlorhexidine or QMiX. *Journal of endodontics*. 2014;40(12):2036-40.
169. Thylstrup A. Clinical and pathological features of dental caries. *Textbook of clinical cariology*. 1996:140-5.
170. Brandt J, Nelson S, Lauer H-C, von Hehn U, Brandt S. In vivo study for tooth colour determination—visual versus digital. *Clinical oral investigations*. 2017;21:2863-71.
171. Kurt M, TURHAN BAL B, Bal C. Güncel Renk Ölçüm Yöntemleri: Sistematik Derleme. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2016;22(2).
172. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2001;86(5):453-7.
173. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dental Clinics*. 2004;48(2):341-58.

174. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color. The Journal of prosthetic dentistry. 1973;29(5):556-66.
175. Hammad IA, Stein RS. A qualitative study for the bond and color of ceramometals. Part II. The Journal of prosthetic dentistry. 1991;65(2):169-79.
176. Wee AG. Description of color, color replication process and esthetics. Contemporary fixed prosthodontics Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J 4th ed St Louis: Mosby. 2006:710-2.
177. Cochrane S. The Munsell Color System: A scientific compromise from the world of art. Studies in History and Philosophy of Science Part A. 2014;47:26-41.
178. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. Journal of dentistry. 2004;32:3-12.
179. O'Brien WJ. Dental materials and their selection: Quintessence Chicago; 2002.
180. Çağlar A, Yamanel K. 'Diş renginin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. ADO klinik bilimler dergisi. 2007;2(1):49-54.
181. Van der Burgt T, Ten Bosch J, Borsboom P, Kortsmit W. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. The Journal of prosthetic dentistry. 1990;63(2):155-62.
182. McPhee E. Light and color in dentistry. Part I--Nature and perception. The Journal of the Michigan Dental Association. 1978;60(11):565-72.
183. Hunter RS, Harold RW. The measurement of appearance: John Wiley & Sons; 1987.
184. Billmeyer FW, Saltzman M. Principles of color technology. (No Title). 1981.
185. Wyszecki G, Stiles WS. Color science: concepts and methods, quantitative data and formulae: John wiley & sons; 2000.
186. Dozić A, Kleverlaan CJ, El - Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color - measuring devices. Journal of Prosthodontics. 2007;16(2):93-100.
187. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childressd S. Evaluation of visual and instrument shade matching. The Journal of prosthetic dentistry. 1998;80(6):642-8.
188. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. Journal of Prosthetic Dentistry. 2004;92(6):577.
189. Bagis B, Turgut S. Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. Journal of dentistry. 2013;41:e24-e30.

190. Khurana R, Tredwin C, Weisbloom M, Moles D. A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British dental journal*. 2007;203(12):675-80.
191. Kielbassa AM, Beheim-Schwarzbach NJ, Neumann K, Zantner C. In vitro comparison of visual and computer-aided pre-and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2009;101(2):92-100.
192. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of dentistry*. 2017;67:S3-S10.
193. Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL. Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2009;101(1):40-5.
194. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of dental research*. 2002;81(8):578-82.
195. Chu SJ, Devigus A, Mieleszko AJ. *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*: Quintessence Publishing Company Illinois; 2004.
196. Aladağ A, Çömlekçioğlu E, Yılmaz G. Farklı renk anahtarlarının metal kronların renk uyumlarına etkisi. *Süleyman Demirel Üniv Diş Hek Fak*. 2009;1:8-17.
197. Paravina RD, Powers JM. *Esthetic color training in dentistry*. (No Title). 2004.
198. Lim H-N, Yu B, Lee Y-K. Spectroradiometric and spectrophotometric translucency of ceramic materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2010;104(4):239-46.
199. Gürel MA, Kivanç BH, Ekici A, Alaçam T. Evaluation of crown discoloration induced by endodontic sealers and colour change ratio determination after bleaching. *Australian Endodontic Journal*. 2016;42(3):119-23.
200. Shabbir J, Zehra T, Najmi N, Hasan A, Naz M, Piasecki L, et al. Access cavity preparations: classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic access cavity designs. *Journal of endodontics*. 2021;47(8):1229-44.
201. Mandil OA, Ghoulah KT, Hazzam BM, Alhijji HS, Al Abbas AH, Rehan AK, et al. Modern versus traditional endodontic access cavity designs. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*. 2022;14(Suppl 1):S24-S7.
202. Marconyak Jr LJ, Kirkpatrick TC, Roberts HW, Roberts MD, Aparicio A, Himel VT, et al. A comparison of coronal tooth discoloration elicited by various endodontic reparative materials. *Journal of endodontics*. 2016;42(3):470-3.
203. KOSKINEN KP, MEURMAN JH, STENVALL H. Appearance of chemically treated root canal walls in the scanning electron microscope. *European Journal of Oral Sciences*. 1980;88(5):397-405.

204. Rs Y. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. *J Endodon*. 1983;9:137-42.
205. Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL, Peters DD, Shulman JD. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. *Journal of endodontics*. 1984;10(11):525-31.
206. Siqueira Jr JF, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *Journal of endodontics*. 2000;26(6):331-4.
207. Williamson AE, Cardon JW, Drake DR. Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolate of *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*. 2009;35(1):95-7.
208. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *Journal of endodontics*. 1982;8(11):487-92.
209. Haapasalo M, Qian W, Shen Y. Irrigation: beyond the smear layer. *Endodontic Topics*. 2012;27(1):35-53.
210. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *Journal of Endodontics*. 1984;10(12):558-62.
211. Moreira RN, Pinto EB, Galo R, Falci SGM, Mesquita AT. Passive ultrasonic irrigation in root canal: systematic review and meta-analysis. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2019;77(1):55-60.
212. De-Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, Souza E, Júnior AF, Fidel S, et al. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 ProTaper technique in oval-shaped canals. *Journal of Endodontics*. 2010;36(11):1897-900.
213. Siqueira J, Rôças IN, Ricucci D, Hülsmann M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *British dental journal*. 2014;216(6):305-12.
214. Mozo S, Llena C, Forner L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*. 2012;17(3):e512.
215. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *Journal of endodontics*. 2009;35(10):1408-11.
216. Goel S, Tewari S. Smear layer removal with passive ultrasonic irrigation and the NaviTip FX: a scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;108(3):465-70.
217. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *International endodontic journal*. 2000;33(3).

218. SA J. Comparison of the cleaning efficiency of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 1999;25:735-8.
219. Van Der Sluis L, Wu MK, Wesselink P. A comparison between a smooth wire and a K - file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal.* 2005;38(9):593-6.
220. Hattab FN, Qudeimat MA, AL - RIMAWI HS. Dental discoloration: an overview. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 1999;11(6):291-310.
221. RI V. Intrinsic and extrinsic discoloration of the dentition. *J Oral Med.* 1975;30:99-104.
222. Kahler B. Present status and future directions–Managing discoloured teeth. *International endodontic journal.* 2022;55:922-50.
223. Walsh LJ. Endodontic aesthetic iatrodontics. *Australasian Dental Practice.* 2007;18(3):62-4.
224. Lopes HP, Siqueira Junior JF. Endodontia: biologia e técnica. *Endodontia: biologia e técnica* 2010. p. 951-.
225. Tabatabaian F. Color in zirconia - based restorations and related factors: a literature review. *Journal of Prosthodontics.* 2018;27(2):201-11.
226. Brook A, Smith R, Lath D. The clinical measurement of tooth colour and stain. *International dental journal.* 2007;57(5):324-30.
227. Tabatabaian F, Beyabanaki E, Alirezaei P, Epakchi S. Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2021;33(8):1084-104.
228. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, et al. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence International.* 2012;43(8).
229. Akbari M, Rouhani A, Samiee S, Jafarzadeh H. Effect of dentin bonding agent on the prevention of tooth discoloration produced by mineral trioxide aggregate. *International journal of dentistry.* 2012;2012(1):563203.
230. Bahannan SA. Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *Journal of dentistry.* 2014;42(1):48-52.
231. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of dentistry.* 2010;38:e2-e16.
232. Odaira C, Itoh S, Ishibashi K. Clinical evaluation of a dental color analysis system: the Crystaleye Spectrophotometer®. *Journal of prosthodontic research.* 2011;55(4):199-205.

233. Hugo B, Witzel T, Klaiber B. Comparison of in vivo visual and computer-aided tooth shade determination. *Clinical Oral Investigations*. 2005;9:244-50.
234. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2009;101(3):193-9.
235. Llana C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *The journal of contemporary dental practice*. 2011;12(1):19-23.
236. Sarafianou A, Kamposiora P, Papavasiliou G, Goula H. Matching repeatability and interdevice agreement of 2 intraoral spectrophotometers. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2012;107(3):178-85.
237. Yuan K, Sun X, Wang F, Wang H, Chen J-h. In vitro and in vivo evaluations of three computer-aided shade matching instruments. *Operative dentistry*. 2012;37(3):219-27.
238. Marciano MA, Costa RM, Camilleri J, Mondelli RFL, Guimarães BM, Duarte MAH. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. *Journal of Endodontics*. 2014;40(8):1235-40.
239. Scholtanus JD, Özcan M, Huysmans M-CD. Penetration of amalgam constituents into dentine. *Journal of dentistry*. 2009;37(5):366-73.
240. Johnston WM. Color measurement in dentistry. *Journal of dentistry*. 2009;37:e2-e6.
241. Joiner A, Hopkinson I, Deng Y, Westland S. A review of tooth colour and whiteness. *Journal of dentistry*. 2008;36:2-7.
242. Ruiz-López J, Pulgar R, Lucena C, Pelaez-Cruz P, Cardona JC, Perez MM, et al. Impact of short-term dental dehydration on in-vivo dental color and whiteness. *Journal of Dentistry*. 2021;105:103560.
243. Chan MYC, Cheung V, Lee AHC, Zhang C. A literature review of minimally invasive endodontic access cavities-past, present and future. *Eur Endod J*. 2022;7(1):1-10.
244. Ten Bosch J, Coops J. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *Journal of dental research*. 1995;74(1):374-80.
245. Vaarkamp J, Ten Bosch J, Verdonchot E. Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries research*. 1995;29(1):8-13.
246. Isufi A, Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Standardization of endodontic access cavities based on 3-dimensional quantitative analysis of dentin and enamel removed. *Journal of endodontics*. 2020;46(10):1495-500.
247. Lin C-Y, Lin D, He W-H. Impacts of 3 different endodontic access cavity designs on dentin removal and point of entry in 3-dimensional digital models. *Journal of Endodontics*. 2020;46(4):524-30.

248. Erçin Ö, Kopuz D. Işıklı Sertleşen Kompozit Rezinlerin Farklı Kalınlıklardaki Transluserisi Parametrelerinin Değerlendirilmesi. *Istanbul Kent University Journal of Health Sciences*. 2024;3(1):1-8.
249. Kamishima N, Ikeda T, Sano H. Color and translucency of resin composites for layering techniques. *Dental materials journal*. 2005;24(3):428-32.
250. Okuda WH. Minimally invasive dentistry and its impact on esthetic restorative dentistry. *Gen Dent*. 2013;61(5):24-6.
251. Green D, Mackenzie L, Banerjee A. Minimally invasive long-term management of direct restorations: the '5 Rs'. *Dental update*. 2015;42(5):413-26.
252. Yap A, Ng S, Siow K. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Operative dentistry*. 2001;26(3):260-6.
253. Tarle, Meniga, Ristic, Sutalo, Pichler. The effect of the photopolymerization method on the quality of composite resin samples. *Journal of oral rehabilitation*. 1998;25(6):436-42.
254. Pereira RA, Araujo PAd, Castañeda-Espinosa JC, Mondelli RFL. Comparative analysis of the shrinkage stress of composite resins. *Journal of Applied Oral Science*. 2008;16:30-4.
255. ÖZATA MY. Endodontik Tedavi Görmüş Dişlerin İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Endodontics-Special Topics*. 2022;8(1):8-14.
256. Rover G, de Lima C, Belladonna F, Garcia L, Bortoluzzi E, Silva E, et al. Influence of minimally invasive endodontic access cavities on root canal shaping and filling ability, pulp chamber cleaning and fracture resistance of extracted human mandibular incisors. *International Endodontic Journal*. 2020;53(11):1530-9.
257. Barbosa A, Silva E, Coelho B, Ferreira C, Lima C, Sassone L. The influence of endodontic access cavity design on the efficacy of canal instrumentation, microbial reduction, root canal filling and fracture resistance in mandibular molars. *International Endodontic Journal*. 2020;53(12):1666-79.
258. Uçar F, Eren İ, Bayram M. ENDODONTİK TEDAVİ SIRASINDA GİRİŞ KAVİTESİ AÇILIRKEN ORTAYA ÇIKAN KOMPLİKASYONLAR VE TEDAVİ YÖNTEMLERİ. *Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2020;47(1-3):131-42.
259. Saygılı G, Uysal B, Omar B, Ertas ET, Ertas H. Evaluation of relationship between endodontic access cavity types and secondary mesiobuccal canal detection. *BMC oral health*. 2018;18:1-6.
260. Mendes E, Soares A, Martins J, Silva E, Frozoni M. Influence of access cavity design and use of operating microscope and ultrasonic troughing to detect middle mesial canals in extracted mandibular first molars. *International Endodontic Journal*. 2020;53(10):1430-7.



8. EKLER

EK 1

