

T.C.  
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**KÖK KANALININ KİMYASAL ŞEKİLLENDİRİLMESİ SONRASI  
DENTİNİ İNCELEME TEKNİKLERİ: BİBLİYOMETRİK ANALİZ**

Dt. Burcu ATEŞ

Endodonti Anabilim Dalı

UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2023

**T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ**  
**ENDODONTİ ANABİLİM DALI**

**KÖK KANALININ KİMYASAL ŞEKİLLENDİRİLMESİ SONRASI**  
**DENTİNİ İNCELEME TEKNİKLERİ: BİBLİYOMETRİK ANALİZ**

**Dt. Burcu ATEŞ**

**Endodonti Anabilim Dalı**

**UZMANLIK TEZİ**

**Tez Danışmanı**

**Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK**

**ANKARA**

**2023**

**ONAY SAYFASI****31/10/2023**

Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına Dt. Burcu Ateş'in 31/10/2023 tarihinde jürimiz önünde yaptığı savunmasında "Kök Kanalının Kimyasal Şekillendirilmesi Sonrası Dentini İnceleme Teknikleri: Bibliyometrik Analiz" başlıklı çalışması jürimiz tarafından Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bahar Özçelik (Hacettepe Üniversitesi)**

**Jüri Başkanı : Prof. Dr. Kamran Gülşahi (Başkent Üniversitesi)**

**Üye : Prof. Dr. Zeliha Yılmaz (Hacettepe Üniversitesi)**

**ONAY : Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından kabul edilmiştir.**

**Prof. Dr. Tülin TANER**

**Dekan**

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü/fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir (1).

Enstitü/fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir (2).

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir (3).

...../...../.....

(İmza)

Öğrencinin Adı SOYADI

*“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” Madde 6.*

*Madde 6.1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*

*Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*

*Madde 7.1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*

*Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.*

\* Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

## ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

**Burcu ATEŞ**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren ve tezimin hazırlanma sürecinde emeğini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen her zaman yanımda olan saygıdeğer tez danışmanı hocam Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK' e,

Eğitimim boyunca bana hep yardımcı olan klinik ve akademik birikimlerini paylaşan Endodonti Anabilim Dalı'nda görev alan tüm hocalarıma,

Aynı odayı aynı kliniği paylaştığım uzmanlık eğitimime beraber başladığım ve beraber bitirdiğim tüm eşkıdemlilerime,

Uzmanlık sürecinden önce tanıdığım samimiyetini asla esirgemedi sevgisini ve dostluğunu her daim hissettiğim Araş. Gör. Dt. Nevran DERİNLER' e,

Endodonti Anabilim Dalı'nda görev yapan, güne gülümseyerek başlamamı sağlayan, birlikte çalışmaktan onur ve mutluluk duyduğum tüm personel arkadaşlarımıza,

Bu uzun yolda en başından beri ben şüpheye düşsem bile bana güç veren bana benden çok inanan hayatım boyunca en büyük destekçilerim canım annem, canım babam, canım kardeşime,

Ve son olarak çabam, sabrım, ve özverimle inandığım yolda vazgeçmediğim için kendime,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**Dt. Burcu ATEŞ**

## ÖZET

**ATEŞ B., Kök Kanalının Kimyasal Şekillendirilmesi Sonrası Dentini İnceleme Teknikleri: Bibliyometrik Analiz, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Ankara, 2023** Yaptığımız bu çalışmanın amacı kök kanal tedavisinde kemomekanik şekillendirme ve dezenfeksiyon amacıyla kanal içi dentin yüzeyine uygulanan kimyasalların, dentinin temel yapısal özelliklerine etkilerinin incelendiği araştırmaların yıllara göre dağılımı ve bu araştırmalarda kullanılan metodlarının bibliyometrik analiz yöntemiyle tasnifi sonucu, dentine ait deneysel araştırma metodlarında güncel eğilimlerin belirlenmesidir. Bu bibliyometrik analizde, 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında yayımlanmış, endodonti alanında güvenilir 2 süreli yayın; *Journal of Endodontics* (JOE) ve *International Endodontic Journal* (IEJ) kullanılmıştır. Çalışmamızda analiz amacıyla iki farklı arama stratejisi uygulandı. İlk analiz için elektronik veri tabanlarından WoS'a başvurulmuştur. Belirlenen anahtar kelimelerle yapılan analiz sonucunda elde edilen verilerden bibliyometrik ağ haritası oluşturmak için VOSviewer 1.6.6.0 yazılımı kullanılmıştır. IEJ ve JOE dergilerinden 2001-2007 yılları arasında 640 yayına ulaşılmıştır. Bu dergilerdeki 2016-2022 yıllarına ait yapılan tarama sonucunda 634 makale elde edilmiştir. Manuel tarama yönteminde 2001-2007 yılları arasında IEJ ve JOE dergilerinde 2141 yayın saptanmıştır. Bu 2141 yayından dentin inceleme tekniklerinin kullanıldığı 123 adet yayın elde edilmiştir. 2016-2022 yılları arasında ise IEJ ve JOE dergilerinde 2719 yayın saptanmıştır. Bu 2719 yayının 121'i dentin inceleme teknikleri ile ilgili olduğu görülmüştür. Bir diğer analiz başlığımız dergilerdeki mevcut kategorileri, yayınlanma yılları ve aylarına göre değerlendirme olmuştur. Kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantlar ve bunların kullanımı sonrası dentini inceleme teknikleri de ayrıca sınıflandırılmıştır. Bu verilerle tablolar oluşturulup bulgular sayı ve yüzde ile özetlenmiştir. VOSviewer 1.6.6.0 yazılımıyla, elde edilen ağ haritaları incelendiğinde en sık kullanılan anahtar kelimenin her iki incelenen dönemde de sodyum hipoklorit olduğu görülmüştür. Aynı yazılımla yapılan, yazar atıf analizi incelendiğinde 2016-2022 yılları arasında yazarlara ait atıf sayısının azaldığı belirlenmiştir. Manuel tarama sonuçlarına bakıldığında 2016-2022 yılları arasında hem derleme çeşitlerinin olduğu hem de sayısının dramatik şekilde arttığı görülmüştür. 2016-2022 yılları arasındaki incelemede manuel tarama sonuçlarından artan derleme sayıları bulgusunun elektronik veri tabanındaki azalan atıf sayısı sonucuyla korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Manuel yöntemle yapılan çalışma sonucunda 2016-2022 yıllarında 2020 hariç NaOCl' nin her zaman en çok kullanılan irrigant olduğunu saptanmıştır. Diğer irrigant kategorisinin 2001-2007 dönemlerinde her iki dergide oransal olarak yüksek olduğu ve 2016-2022 dönemlerinde ise azaldığı tespit edilmiştir. Irrigasyondan sonra dentin yapısına etkilerini inceleyen yüzey inceleme testleri ve biyolojik testlerin en çok uygulanan teknikler olduğu görülmüştür. Kök kanalında kullanılan kimyasalların dentin yapısına etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda kullanılan araştırma metodlarının özellikle son yıllarda merak uyandıran dentin ultrastrüktürel analizine ait çalışmaların olmasını beklemekteyken dentinin organik yapısına ait araştırmaların bu 2 dergide en az sayıda olduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** bibliyometri, dentin, irrigasyon, kemomekanik

## ABSTRACT

**AEŞ B., Techniques to Examine Dentin After Chemical Shaping of the Root Canal: Bibliometric Analysis, Hacettepe University Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Specialization Thesis in Endodontics, Ankara, 2023**

The aim of this study is to determine the current trends in the experimental research methods of dentin as a result of the distribution of the studies on the effects of chemicals applied to the dentin surface for chemomechanical shaping and disinfection in root canal treatment on the basic structural properties of dentin by years and the classification of the methods used in these studies by bibliometric analysis method. In this bibliometric analysis, 2 reliable periodicals in the field of endodontics; Journal of Endodontics (JOE) and International Endodontic Journal (IEJ) published between 2001-2007 and 2016-2022 were used. In our study, two different search strategies were applied for analysis. For the first analysis, WoS, one of the electronic databases, was consulted. VOSviewer 1.6.6.0 software was used to create a bibliometric network map from the data obtained as a result of the analysis with the determined keywords. From IEJ and JOE journals, 640 publications were reached between 2001-2007. As a result of the search in these journals for the years 2016-2022, 634 articles were obtained. In the manual search method, 2141 publications were found in IEJ and JOE journals between 2001-2007. Among these 2141 publications, 123 publications in which dentin examination techniques were used were obtained. Between 2016 and 2022, 2719 publications were identified in IEJ and JOE journals. Of these 2719 publications, 121 were found to be related to dentin examination techniques. Another analysis topic was the evaluation of the available categories in the journals according to the years and months of publication. The irrigants used in chemomechanical preparation and the techniques of dentin examination after their use were also categorized. Tables were created with these data and the findings were summarized with numbers and percentages. When the network maps obtained with the VOSviewer 1.6.6.0 software were analyzed, it was seen that the most frequently used keyword was sodium hypochlorite in both studied periods. When the author citation analysis performed with the same software was analyzed, it was determined that the number of author citations decreased between 2016-2022. When the results of manual searches were analyzed, it was observed that both the types of reviews and the number of reviews increased dramatically between 2016 and 2022. In the analysis between 2016-2022, it was determined that the finding of increasing number of reviews from the manual search results correlated with the result of decreasing number of citations in the electronic database. As a result of the study conducted with the manual method, it was determined that NaOCl was always the most commonly used irrigant except for 2020 in 2016-2022. It was determined that the other irrigant category was proportionally high in both journals in the 2001-2007 periods and decreased in the 2016-2022 periods. Surface examination tests and biological tests, which examine the effects on dentin structure after irrigation, were the most commonly used techniques. While we expected the research methods used in the studies evaluating the effects of chemicals used in the root canal on dentin structure to be studies on dentin ultrastructural analysis, which has aroused curiosity especially in recent years, it was observed that the studies on the organic structure of dentin were the least in these 2 journals.

**Keywords:** bibliometry, dentin, irrigation, chemomechanic





**İÇİNDEKİLER**

<b>ONAY SAYFASI</b> .....	<b>i</b>
<b>YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI</b> .....	<b>ii</b>
<b>ETİK BEYAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. Kök Kanal Tedavisinde Temizleme ve Şekillendirme (Kanalının Hazırlanması / Preparasyon)</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2. Dentin Dokusu</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3. Mekanik Temizleme ve Şekillendirme Amaçlı Endodontik Malzemeler</b> .....	<b>8</b>
<b>Enstrüman Türleri</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4. Kimyasal Temizleme ve Şekillendirme (Kemomekanik Preparasyon) Amaçlı Malzemeler</b> .....	<b>13</b>
<b>2.5. Mekanik ve Kimyasal Şekillendirmenin Dentine Etkileri</b> .....	<b>21</b>
<b>2.6. Endodontide bilimsel araştırma yöntemleri</b> .....	<b>22</b>
<b>2.6.1. Bibliyometrik analiz</b> .....	<b>22</b>
<b>2.6.2. Etki Faktörü</b> .....	<b>23</b>
<b>2.6.3. Atıf analizi</b> .....	<b>24</b>

2.7. Kök Kanalında Kullanılan Kimyasalların Dentin Yapısına Etkilerinin Değerlendirildiği Çalışmalarda Kullanılan Araştırma Metodları .....	24
2.7.1. Dentin Üzerine Uygulanan Mekanik Testler .....	25
2.7.2. Dentinin Yüzey Analiz Yöntemleri/Yüzey İnceleme Yöntemleri (Yüzey Pürüzlülüğü Testleri).....	38
2.7.3. Dentinin Kimyasal Karakteri/Elemental İnceleme Yöntemleri .....	40
2.7.4. Biyolojik Testler .....	44
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	46
3.1. Yayınların değerlendirilmesi .....	47
3.2. Verilerin Analizi .....	49
4. BULGULAR .....	49
4.1. Web of Science Üzerinden Yürütülen Elektronik Tarama .....	49
4.1.1. Araştırmaya Dahil Edilen Makale Sayısı.....	49
4.1.2. Anahtar Sözcük Analizi .....	50
4.1.3. Yazarların atıf analizi .....	52
4.1.4. Kurum Atıf Analizi .....	54
4.1.5. Ülke Atıf Analizi .....	56
4.2. Dergilerin İçeriklerinin Manuel Taranması .....	57
4.2.1. Araştırmaya Dahil Edilen Makale Sayısı Ve Kategorileri .....	57
4.2.2. Bu Kategorilerde Yayınlanan Eserlerin Yıllara Göre Yayın Dağılımı.....	58
4.2.3. Bu Kategorilerin Karşılaştırmalı Yüzdeler Dağılımı .....	61
4.2.4. Kemomekanik Preparasyonda Kullanılan İrrigantlar .....	62
4.2.5. Kemomekanik Preparasyondan Sonra Dentini İnceleme Teknikleri ....	65
5. TARTIŞMA.....	69
6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	76

<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>78</b>
<b>8. EKLER</b> .....	<b>97</b>
<b>8.1. EK-1</b> .....	<b>97</b>
<b>8.2. EK-2</b> .....	<b>97</b>
<b>9. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>98</b>

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

AAE	American Association of Endodontists
AEJ	Australian Endodontic Journal
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskobu
BSP	Kemik Sialoproteini
BMP	Kemik Morfojenik Proteini
Ca(OH) <sub>2</sub>	Kalsiyum Hidroksit
CHX	Klorheksidin
DSP	Dentin Sialoprotein
DPP	Dentin Fosfoprotein
EDS	Energy dispersive spectroscopy
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
EPMA	Elektron Probu Mikroanalizi
FDI	Fédération Dentaire Internationale
GG	Gates Glidden
ICP-AES	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry
IEJ	International Endodontic Journal
ISO	Uluslararası Standartlar Organizasyonu

IKI	İyot potasyum iyodür
JOE	Journal of Endodontics
$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$	Kalsiyum hidroksi apatit
LIBS	Laser-induced breakdown spectroscopy
MIC	Minimal İnhibisyon Konsantrasyon
Micro-CT	Mikro Bilgisayarlı Tomografi
MBK	Minimal bakterisidal konsantrasyon
NCP	Kolajenöz olmayan proteinler
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
Ni-Ti	Nikel-Titanyum
OPN	Osteopontin
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SI	Système international d'unités, Uluslararası Birimler Sistemi
TOF-SIMS	Time of flight secondary ion mass spectroscopy
UV-Vis	Ultraviyole-görünür
WoS	Web of Science
XRD	X-ray diffraction analysis

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İntertübüler ve intratübüler dentinin elektron mikroskopik görüntüsü (SEM X3000).....	6
Şekil 2. Dentin tübülünün yakın plan SEM görüntüsü .....	7
Şekil 3. Unaksiyel çekme testinin şematik gösterimi.....	27
Şekil 4. Diametrik çekme testinin şematik gösterimi .....	28
Şekil 5. Push-out testinin şematik gösterimi .....	29
Şekil 6. Sıkışma testinin şematik gösterimi .....	30
Şekil 7. Makaslama testinin şematik gösterimi .....	31
Şekil 8. 3 noktalı bükme testinin şematik gösterimi.....	32
Şekil 9. 4 noktalı bükme testinin şematik gösterimi.....	32
Şekil 10. Brinell sertlik testinin şematik gösterimi .....	34
Şekil 11. Rockwell sertlik testinin şematik gösterimi .....	35
Şekil 12. Vickers sertlik testinin şematik gösterimi .....	36
Şekil 13. Knoop sertlik testinin şematik gösterimi .....	Error! Bookmark not defined.
Şekil 14. Her 2 dönemdeki yayınlarda en çok kullanılan ilk 5 anahtar sözcük grafiği .....	51
Şekil 15. 2001-2007 dönemindeki anahtar sözcük ağ haritası .....	52
Şekil 16. 2016-2022 dönemindeki anahtar sözcük ağ haritası .....	52
Şekil 17.2001-2007 dönemindeki yazarların atıf analizi .....	53
Şekil 18. 2016-2022 dönemindeki yazarların atıf analizi .....	54
Şekil 19. 2001-2007 dönemindeki kurum atıf analizi.....	55
Şekil 20. 2016-2022 dönemindeki kurum atıf analizi.....	55
Şekil 21. 2001-2007 dönemindeki ülke atıf analizi .....	56
Şekil 22. 2016-2022 dönemindeki ülke atıf analizi .....	57

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1. IEJ de 2001-2007 yılları arasındaki kategorilere göre toplam yayın sayıları</b> .....	<b>59</b>
<b>Tablo 2. IEJ de 2016-2022 yılları arasındaki kategorilere göre toplam yayın sayıları</b> .....	<b>59</b>
<b>Tablo 3. JOE de 2001-2007 yılları arasındaki kategorilere göre toplam yayın sayıları</b> .....	<b>60</b>
<b>Tablo 4. JOE de 2016-2022 yılları arasındaki kategorilere göre toplam yayın sayıları</b> .....	<b>60</b>
<b>Tablo 5. IEJ da 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasındaki kategorilere göre yüzdeler yayın oranları</b> .....	<b>61</b>
<b>Tablo 6. JOE de 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasındaki kategorilere göre yüzdeler yayın oranları</b> .....	<b>61</b>
<b>Tablo 7. IEJ de 2001-2007 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların kategorilere göre sayıları</b> .....	<b>62</b>
<b>Tablo 8. IEJ de 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların kategorilere göre sayıları</b> .....	<b>63</b>
<b>Tablo 9. JOE de 2001-2007 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların kategorilere göre sayıları</b> .....	<b>63</b>
<b>Tablo 10. JOE de 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların kategorilere göre sayıları</b> .....	<b>64</b>
<b>Tablo 11. IEJ da 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların yüzdeler oranları</b> .....	<b>64</b>
<b>Tablo 12. JOE de 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların yüzdeler oranları</b> .....	<b>65</b>
<b>Tablo 13. IEJ de 2001-2007 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentini inceleme tekniklerinin kategorilere göre sayıları</b> .....	<b>66</b>
<b>Tablo 14. IEJ de 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentini inceleme tekniklerinin kategorilere göre sayıları</b> .....	<b>66</b>



**Tablo 15. JOE de 2001-2007 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentini inceleme tekniklerinin kategorilere göre sayıları ..... 67**

**Tablo 16. JOE de 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentini inceleme tekniklerinin kategorilere göre sayıları ..... 67**

**Tablo 17. IEJ da 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentin inceleme tekniklerinin kategorilere göre yüzdellik oranları..... 68**

**Tablo 18. JOE de 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentin inceleme tekniklerinin kategorilere göre yüzdellik oranları..... 68**

## 1. GİRİŞ

Miller'ın (1894) kök kanalında mikroorganizmaların varlığını göstermesinden sonra, çok sayıda çalışma kök kanalındaki farklı mikroorganizma türlerini karakterize etmiştir (1). Birçok araştırmacı gelişen teknikler ve bilimsel yöntemlerle mikroorganizmaların önemini ortaya koymuştur(2-4). Yapısal, metabolik ve patojenik farklı karakteristiklere sahip mikroorganizmalar periapikal bölgede immünolojik ve enflamatuvar, doğal biyolojik yanıtı stimüle ederler (5). Bu nedenle, kök kanallarındaki planktonik süspansiyon ve biyofilm varlığında, mikroorganizmaların biyomekanik yolla veya kanal içi antimikrobiyal ilaçların kullanımı ile ortadan kaldırılması başarılı bir kök kanal tedavisi için temel kuraldır (6). Fakat antibakteriyel tedavi protokolü bazı klinik ortamlardan etkilenebilir (8).

Kök kanal tedavisinin zorluklardan biri, mikroorganizmaları barındıran isthmus bölgelerinin özellikle bakteriyel biyofilmin yer aldığı alanların nasıl dezenfekte edileceğini tespit etmektir (7). Nair ve arkadaşları (8), enfekte kök kanallarının tedavisinde uzun vadeli prognozu sağlamak için biyofilmi bozmak ve intraradiküler mikrobiyal yükü mümkün olan en düşük seviyeye indirmek amacıyla kemomekanik önlemlerin sıkı bir şekilde uygulanmasının önemini ve gerekliliğini bildirmiştir. Kök kanal tedavisinin başarısı, planktonik süspansiyon, biyofilm varlığı, enfeksiyonun zamanı ve türü, konakçı yanıtı ve etkili antibakteriyel tedavi protokolü gibi bazı klinik ortamlardan etkilenebilir (9).

Biyomekanik preparasyonda irrigasyon solüsyonlarının önemi fazladır çünkü periapikal dokulara zarar vermeden kök kanalının temizlenmesine, eğerlerin kayganlaştırılmasına, debrisin dışarı atılmasına yardımcı olurlar ve antimikrobiyal ve doku çözücü etkiye sahiptirler. Endodontik enfeksiyonu azaltmak ve kanal dezenfeksiyonuna katkıda bulunmak için halojenli bileşikler (sodyum hipoklorit), klorheksidin, deterjanlar (anyonik, katyonik), şelasyon ajanları (EDTA, sitrik asit), MTAD gibi çeşitli irrigasyon solüsyonları kullanılmıştır (10, 11).

Antibakteriyel özellikteki kanal içi medikamentler, kemomekanik preparasyonla ile giderilemeyen bakteri kalıntılarını ortadan kaldırmak için kullanılır. Tek seansta tamamlanamayan kanal tedavilerinde seanslar arasındaki dönemde, enstrümantasyon ve irrigasyonla elimine edilememiş bakterilerin, boş kök kanallarında sayıca hızla arttığı gösterilmiştir (12). 1970'lerde Kalsiyum hidroksit kök kanal tedavisi için yaygın olarak kullanılmaya başlamış ve halen günümüzde de çok seanslı kök kanal tedavilerinde seans aralarının medikamenti olarak ilk seçeneklerden biri olarak kabul edilmektedir. Birçok ticari hazır ürün olarak bulunabileceği gibi toz kalsiyum hidroksitten, çeşitli taşıyıcı solüsyonlar kullanılarak da hazırlanabilir (13).

Irrigasyon solüsyonu seçilirken antimikrobiyal etkinliği kadar göz önünde bulundurulması gereken önemli bir unsur da solüsyonların konsantrasyonu, uygulanma süresi ve kullanım sırasına bağlı olarak dentinin organik ve inorganik matriksleri üzerindeki etkileridir (14, 15). Ultrastrüktür, biyolojik yapı ve özellikle sıradan bir mikroskopla görülemeyen ince yapı olarak tanımlanır. Literatürde sağlam dentin dokusunu belirleyen çalışmalara daha sık rastlanırken, Endodonti alanında oldukça fazla yayın olmasına rağmen önerilen irrigasyon protokollerinden sonra dentin ultrastrüktüründe, organik yapıya dair belirleyici görüş oluşturan araştırmalara rastlanmamaktadır (16, 17). Bu yayın fazlalığı içinde, dünyada kabul gören ve Bilimsel Atıf İndeksi'nde yer alan, bilimsel kabulü yüksek dergilerde yayınlanan araştırma sonuçları bilimsel ortamlarda tartışılmakta ve konu ile ilgili soruları cevaplamak üzere yeni araştırmalar ve araştırma yöntemleri için belirleyici olmaktadır. Ancak bu yayın fazlalığında doğru bilgiye ulaşmak için eserleri bilimsel analizlerden geçirmek kaliteyi artıracak bir yöntemdir.

Bibliyometrik analiz, zaman içinde belirli bir konuda veya alandaki araştırma gelişmelerini, yayın eğilimlerini ve bunların bilimsel etkilerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir analiz yöntemidir (18). Belirli bir konudaki güncel durumu ana hatlarıyla ortaya çıkartır, araştırmacıların yeterince araştırılmamış konulardaki literatür boşluklarını görmelerine yardımcı olur ve alana önemli katkıların yapıldığı en önde gelen yazarları, araştırma kurumlarını ve ülkeleri gösterir (19-21).

Bu çalışmada, kök kanal tedavisinde kemomekanik şekillendirme ve dezenfeksiyon amacıyla kanal içi dentin yüzeyine uygulanan kimyasalların, dentinin temel yapısal özelliklerine etkilerinin incelendiği çalışmaların yıllara göre dağılımı ve bu çalışmalarda kullanılan araştırma metodlarının bibliyometrik analiz yöntemiyle tasnifi sonucu, dentine ait deneysel araştırma metodlarında güncel eğilimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bibliyometrik analizde, 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında yayımlanmış, endodonti alanında güvenilir 2 süreli yayın; *Journal of Endodontics* ve *International Endodontic Journal* kullanılmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Kök kanal tedavisi ana hatları ile giriş kavitesinin oluşturulmasından sonra mekanik enstrümantasyon, uygun irrigasyon protokolleri ve kök kanal sisteminin üç boyutta tamamen tıkanması işlemlerinin bir kombinasyonu olarak özetlenebilir. Bu çerçevede tamamlanmış uygun tedavi protokolleri sonrası yapılan klinik takiplerde; varsa periapikal enfeksiyonların iyileşmesi, tekrarlayan enfeksiyonların bulunmaması, dişin form ve fonksiyonunun korunması başarı olarak değerlendirilmektedir (22-24). Genel olarak temizleme ve şekillendirme olarak adlandırılan aşamada antimikrobiyal etkinlik ve doku bütünlüğünün korunması bu başarıda temel etken faktördür (25, 26).

### 2.1. Kök Kanal Tedavisinde Temizleme ve Şekillendirme (Kanalının Hazırlanması / Preparasyon)

Periradiküler dokuların sağlığını koruma biyolojik hedefiyle yapılan kök kanal tedavisi, enfeksiyona neden olabilecek faktörlerin elimine edilmesi için kök kanal sisteminin mekanik enstrümantasyonu, artıkların kimyasal yolla uzaklaştırılması sonrası inert, doku uyumlu bir malzeme ile kanalın üç boyutta tam tıkanması ve hastaya doğal diş fonksiyonu ve estetiğini geri kazandırmaktır (27).

Başarılı bir kanal tedavisi birçok faktöre bağlı olsa da en önemli aşamalardan birisi kök kanalının şekillendirilmesidir (26). Amerikan Endodontistler Birliği (AAE) kanalın sıkıca doldurulmasından önce tüm kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillendirilmesiyle ilgili işlem basamaklarını preparasyon (hazırlık aşaması) olarak tanımlar (28).

Kök kanalını şekillendirme amaçları ilk olarak 1974'te Herbert Schilder tarafından tanımlanmış ve beş dizayn hedefi yayınlanmıştır:

- 1) Kök kanalı, kök kanal orifisinden apekse kadar sürekli daralan koni şeklinde olmalıdır,
- 2) Kesit çapı apikalde her noktadan daha dar olmalıdır,

- 3) Şekillendirmede kök kanalının orijinal şekli takip edilmelidir,
- 4) Apikal foramen doğal konumunda kalmalıdır,
- 5) Apikal açıklık mümkün olduğu kadar küçük tutulmalıdır.

Daha sonra ek olarak beş biyolojik hedef önermiştir:

- I. Enstrümantasyon kök kanalıyla sınırlı olmalıdır,
- II. Foramenlerin ötesine herhangi bir artış itilmemelidir,
- III. Kök kanalındaki tüm dokular çıkartılmalıdır,
- IV. Kanal içi medikament için yeterli alan hazırlanmalıdır,
- V. Kanalın dolguya hazırlanması aşaması (preparasyon) tek seansta yapılmalıdır (29).

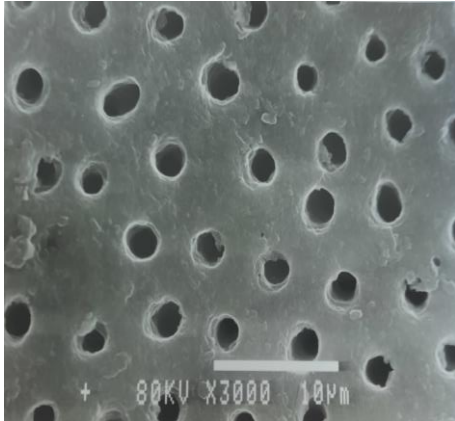
Schilder, kanalların düzgün ve sürekli bir koniklikte hazırlanması gerektiğini öne sürerek antimikrobiyal etkinliği hedeflemek yerine tıkanmayı kolaylaştırmayı amaçlıyordu. Endodontistler, apikal periodontitisin giderilmesini amaçlayan biyolojik hedefte, kök kanal sistemlerinin dezenfeksiyonu ve ardından kapatılması konusunda hemfikirdir (30). Yıllardır yapılan araştırmalar sonucu, bu biyolojik hedeflere ulaşmak için gerekli dezenfeksiyonun sağlanmasında antimikrobiyal etkinlik amacıyla enfekte pulpa ve dentinin mekanik ve kimyasal yolla etkin bir şekilde uzaklaştırılması önemli bir faktör olarak kabul edilmiştir. Ancak bu biyolojik hedefe varmak için "şekillendirme ve temizleme" aşamasında kullanılan enstrümanlar ve kimyasallar, tedavinin postoperatif dönemdeki başarısında önemli olacaktır (31, 32),

Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre, kök kanalı dolguya hazırlanırken kanalın şekli, genişliği, çalışma uzunluğunun ve etkin dezenfeksiyon sağlanması kadar, dentine uygulanan mekanik ve kimyasal işlem aşamalarında bu dokuya zarar vermeyecek, vakaya uygun protokollerin seçimi de önemlidir (33, 34).

## 2.2. Dentin Dokusu

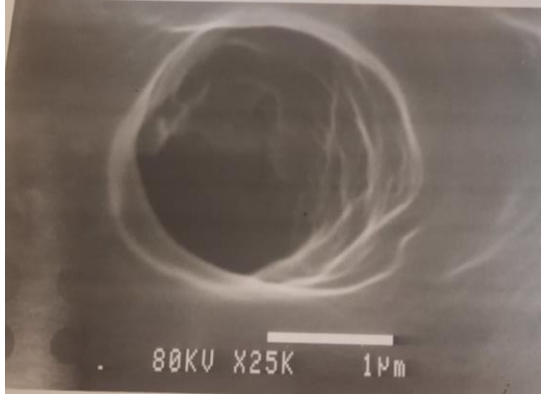
Endodontik tedavinin başarısızlığına neden olan faktörlerin çoğu, pulpanın yer aldığı boşluğun yapısının yeterince iyi değerlendirilmemesinden kaynaklanmaktadır. Literatürde yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında, endodontik tedavinin uzun dönem başarısını belirleyen özellikle post endodontik vertikal diş kırıkları, endodontik işlemler ve bu sırada kullanılan kimyasallara bağlı dentinin yapısal değişiklikleriyle ilişkilendirilmiştir (35). İstenmeyen bu durum, etkin dezenfeksiyon hedefi sırasında dentinin yapısı göz önüne alınıp bilinçli çalışılması ile nispeten önlenebilir bir durumdur (36).

Mine ve kron/kök dentini, çiğneme sırasında sinerjik etki ile işlev görmektedir. Bu entegre yapıda dentinin yapısı ve mekaniği oldukça önemli bir yer oluşturmaktadır. Fizyolojik ve anatomik olarak kompleks bir yapı olan dentin, tübüler bir yapıdan oluşur. Bu tübüllerin çapı dentin-mine birleşiminde 1  $\mu$ m'den pulpaya yaklaşıldıkça 3  $\mu$ m'ye kadar değişir. Ayrıca bu tübüller birbirleriyle lateral tübüllerle bağlı olup bu tübüller kısım dentinin hacim olarak % 20-30'unu oluşturur (37-39).



**Şekil 1. İntertübüler ve intratübüler dentinin elektron mikroskopik görüntüsü (SEM X3000).**

(Özçelik ve ark.(40)'dan alınmıştır.)



**Şekil 2. Dentin tübülünün yakın plan SEM görüntüsü**

(Özçelik ve ark.(40)'dan alınmıştır.)

Tübüllerin lümenleri, yüksek oranda mineralize olmuş peritübüler dentin manşeti (intratübüler dentin), çoğunlukla apatit kristalleri ile az miktarda organik matriks içerir. Bu yapıdaki tübüller, apatit ile güçlendirilmiş kolajen matriksinden oluşan intertübüler dentin olarak adlandırılan yapıyla birbirlerinden ayrılır (41).

Fiziksel ve anatomik olarak kompleks dentin yapısı değerlendirildiğinde, ağırlıkça %70 inorganik materyal, %18 organik matriks ve %12 sudan oluşmaktadır (42). Başlıca inorganik komponenti kalsiyum hidroksi apatit  $[(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ , organik komponenti ise kolajendir (43). Organik matriks proteinlerinin büyük kısmı (% 90) ise tip I kolajen olup intertübüler dentinde yer almaktadır, ayrıca eser miktarda da tip V kolajen bulunmaktadır (44, 45). İnorganik yapıda yer alan hidroksiapatit, minedeki apatitten çok daha küçüktür (yaklaşık 5 x 30 x 100 nm) ve kristallerinin yapısında eser miktarda çinko, demir ve bakır gibi elementlerin yanı sıra kalsiyum, fosfor, karbonat, sodyum ve magnezyum gibi temel inorganik elementler de bulunmaktadır. Bunlardan Ca/P oranının ortalama 1,67 olduğu bildirilmiştir (46). Bu oranda meydana gelen değişiklikler, dentinin ultrastrüktürel özelliklerinin değişmesine neden olur (47).

Mineralize bir doku olan apatit kristallerine sahip hücre dışı kolajen matriks, kolajenöz olmayan proteinler için (NCP) bir rezervuardır. Bunlar; dentin fosfoprotein



(DPP), asidik ekstraselüler matriks proteini yani dentin matriks protein 1 (DMP-1), dentin sialoprotein (DSP), osteopontin (OPN), osteokalsin ve kemik sialoproteini (BSP) olarak sayılabilir (48). Kolajen olmayan proteinler (NCP), özellikle rejeneratif endodontik işlemler yönünden önemlidir. Bunun yanı sıra proteoglikanlar, fosfolipidler, büyüme faktörleri, kemik morfojenik proteinleri (BMP) ve insülin benzeri büyüme faktörleri de dentin yapısı içinde bulunmaktadır. Büyüme faktörleri özellikle kök hücre farklılaşmasında görev almaktadır (49).

Bütün bu bilgiler ışığında, dentinin mekanik ve kimyasal olarak temizleme ve şekillendirilmesi aşamasında kullanılan endodontik materyallerin dentinin yapısal elementlerinin değişimine neden olabileceği düşünülerek hareket edilmesi, radiküler dentinin ultrastrüktürel özelliklerinin korunmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. (50, 51).

### **2.3. Mekanik Temizleme ve Şekillendirme Amaçlı Endodontik Malzemeler**

Etkili, hızlı ve kolay temizleme ve şekillendirme amacıyla hekimlerin tercihine sunulan tekniklerinin yanı sıra kök kanal aletlerinin üretildiği alaşımın davranış özellikleri, kesitsel ve uzunlamasına tasarımları ve buna bağlı mekanik davranışları dentinde anlık, birçok farklı yüzey stresleri oluşturmaktadır. Bu tür stres konsantrasyonlarının vertikal kök kırıklarına zemin hazırlayan dentin defektlerine neden olduğu farklı araştırmalarla belirlenmiştir (52-54).

#### **Alaşımlar**

Günümüzde kök kanal aletlerinin üretiminde başlıca iki farklı alaşım türü kullanılmaktadır. Elle kullanılan, klasik endodontik enstrümanlar paslanmaz çelikten imal edilirken son yılların giderek daha geliştirilen ve kabul gören döner kök kanal aletleri, nikel titanyumdan üretilmektedir (29).

## Tasarımlar

Çoğu endodontik enstrüman geleneksel olarak klinisyenlerin felsefelerine dayalı, ampirik tasarımlarla üretilmiştir. Tarihsel gelişiminde, endodontik enstrümanların tasarımları başlangıçta uluslararası kurallara göre üretilmezken kullanımlarında karşılaşılan problemler nedeniyle, 1950'lerin ortalarından itibaren karbon çelik ve paslanmaz çelikten üretilen kök kanal aletlerinin standartları gündeme gelmiştir (55).

Enstrüman kalitesini iyileştirme düşüncesiyle *Fédération Dentaire Internationale* (FDI) ve diğer paydaşların ortak çalışmaları ile Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) *Klasik Paslanmaz Çelik Kök Kanal Aletleri Standartları* ortaya konmuştur. Bu standartlarda rehber olabilecek genel karakteristik dizayn özelliği; uç dizaynı, uzunlamasına ve kesitsel tasarımı ve koniklik olarak tanımlanmıştır (56).

1990'lardan itibaren diş hekimliği için üretilen döner nikel-titanyum (Ni-Ti) aletleri, üretim malzemesinin özellikleri nedeniyle yeni tasarım konseptlerine ve kanal şekillendirme tekniklerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Nikel Titanyum alaşımının (ağırlıkça, %55 nikel ve %45 titanyum) geliştirilmesi sırasında, kristal özelliği ile ilgili olarak; östenit ve martensit olmak üzere iki kararlı ana faz ile özel kristal ara fazı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca materyalin sıcaklık ve gerinime bağlı psödoelastik bir şekil hafızası etkisi gibi spesifik termodinamik özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (57).

## Elle Kullanılan Kök Kanal Aletleri

Elle kullanılan enstrümanlar genel olarak eğe olarak adlandırılır. Fonksiyonlarıyla tanımlanan eğeler, kanallara apikalden koronale doğru yerleştirilip çevirme ve çekme hareketleri ile kanal genişletmeyi sağlayan enstrümanlardır. Eğeler ilk olarak 1900'lerin başında Kerr Manufacturing Co. tarafından üretilmiştir, bu nedenle K-Tipi Eğe (veya K-Eğesi) adını almıştır.

K tipi Eğe ve K-Reamerlar uzun eksenleri boyunca kare veya üçgen kesitli metallerin bükülmesiyle üretilmişlerdir. K-tipi enstrümanlar, kök kanallarına ilk giriş ve genişletme için kullanılır.

Kenar ve spiral sayısı, enstrümanın eğeleme veya *reaming* (eğenin saat yönündeki kesici rotasyonu) için uygun olup olmadığını belirler. Genel olarak, daha az spiral içeren enine kesitinde kare ya da üçgen formundaki eğeler, *reaming* için kullanılır (58, 59). Transportasyon, kök kanal preparasyonunda başlangıç kanal ekseninden uzağa hareket olarak tanımlanabilir (60). Genel olarak, bir reaming hareketi, eğeleme hareketinden daha az transportasyona neden olur (58).

Paslanmaz çelik K tipi eğeler ön eğim verilip bükülebilir; bu işlem eğeyi önemli ölçüde zorlar ve bu nedenle dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.

Yivler daha sık olduğunda veya daha geniş açıldığında kalıcı deformasyon meydana gelir. Bu tür bir deformasyon olduğunda bu kanal aleti artık kullanılmamalıdır; plastik deformasyondan sonra saat yönünde hareket sırasında eğe kırılması muhtemeldir (61).

Hedström eğeleri olarak da bilinen H tipi eğeler, yuvarlak, paslanmaz çelik tellerden tornalanarak elde edilir. Bu eğeler, pozitif kesme (rake) açısına sahip bıçaklarıyla dentinin kaldırılmasında daha verimlidir (62). Kırılma olasılığı nedeniyle rotasyonel çalışma hareketleri tavsiye edilmez. 25 numaraya kadar olan Hedström eğeleri, kanal orifislerinin yerini değiştirmek ve yeterli eğeleme hareketleriyle dentin sarkıklarını(overhang) gidermek için kullanılabilir. Öte yandan, aşırı eğeleme, radiküler duvarın önemli ölçüde incelmeye ve strip perforasyonlara yol açabilir (63). Hedström eğelere ön eğim verilmesi, K-tipi aletlere göre daha yüksek stres konsantrasyonu noktalarına neden olur. Bu tür ön gerilimli alanlar, eğedeki çatlakların ilerlemesine ve sonuçta sonuçta yorulma kırılmalarına (*fatigue fracture*) yol açabilir (64).

Tirnerfler çeşitli ebat ve renk kodlarında üretilmektedir. Metalin kesilmesiyle üretilen keskin, aletin sapı yönünde açılı dikensi çıkıntılar içerir. Tirnerfler, vital pulpayı kök kanallarından çıkarır, hafif enflamasyonlu geniş kanallarda pulpayı tamamen konstirüksiyon seviyesinde keser. NiTi döner aletlerin ortaya çıkışından bu yana tirnerflerin kullanımı azalmıştır, ancak tirnerfleme bazen acil durum prosedürlerini hızlandırmak ve kök kanallarından materyal (örneğin pamuk peletler veya paperpointler) çıkarmak için yararlı olabilir (56).

### **Düşük Hızlı Motor Kontrollü Enstrümanlar (*Low-Speed Engine-Driven Instruments*)**

Kök kanalında kullanılan, paslanmaz çelikten imal edilmiş Gates Glidden frezleri, Peeso frezleri ve intraradiküler postlar için pilot frezler gibi çeşitli frezler de yine klasik kök kanal aletleri içinde yer alır (65).

GG frezleri tipik olarak kök kanalın koronalini ve kanal girişlerini genişletmek için kullanılır. Yanlış kullanıldığında radiküler duvar kalınlığını önemli ölçüde azaltabilir (66). Tasarımları ve fiziksel özellikleri nedeniyle, GG frezleri kanaldan geri çekildiklerinde (yani çıkarılırken) dentini kesmek için kullanılabilirler ve yalnızca kanalın düz kısımlarında kullanılmalıdır (67). Doğru kullanıldığında, GG aletleri ucuz, güvenli ve klinik açıdan yararlı enstrümanlardır. Bununla birlikte, yüksek hızlarda aşırı basınç, yanlış açıyla yerleştirme ve kanallara agresif bir şekilde kullanmak için GG aletlerinin kullanılması perforasyonuna neden olabilir (56).

Peeso Reamer ve benzeri frezler ise bazen koronal genişletme için kök kanal preparasyonunda veya asıl olarak post boşluğu hazırlanması sırasında kullanılır. Peeso frezlerin, kesici ve kesici olmayan uçları mevcuttur, ancak aşırı kesimden ve radiküler kalan dentin duvarlarının inceltmesinden kaçınmak için dikkatli kullanılmalıdır (68).

## Kök Kanal Prepasyonu için motorla kullanılan enstrümanlar

### Enstrüman Türleri

Walia, 1988'de el nikel-titanyum (NiTi) eğelerinin klinik uygulamada ilk kez uygulandığını bildirdiğinden beri, çeşitli motorlu NiTi eğeleri, endodonti uzmanları için kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesinde vazgeçilmez etkili araçlar olmuştur (69). Günümüzde 100'den fazla döner alet sistemi türü pazarlanmaktadır ve daha fazlası geliştirilmeye devam etmektedir (70). ISO standartlarında üretilen paslanmaz çelik aletlerin aksine, döner NiTi sistemlerinin tasarımı ve uç çapları, koniklikleri ve bıçak uzunlukları için ortak bir standart oluşturulmamıştır (71). Bu enstrümanların ilgi çekici özelliği daha fazla kanal yüzeyinin enstrümantasyonuyla sonraki kimyasal dezenfeksiyona karşı biyofilmi daha duyarlı hale getirmesidir. Aynı zamanda, dentini daha fazla koruyan enstrümantasyon çalışmalarıyla bu aletlerin uzun vadeli kullanımı daha tercih edilir hale getirilmektedir (72).

Ticari olarak başarılı olan ilk döner aletler ProFile (Dentsply Sirona), Lightspeed (mevcut haliyle Kavo Kerr, Orange, CA, ABD tarafından pazarlanmaktadır) ve GT döner aletlerdir (Dentsply Sirona) ve ortak özellikleri enine kesitte radyal alan olarak adlandırılan yüzeylere sahip olmalarıdır. Alet ucunun tasarımı ve ayrıca yanal eğe yüzeyi (radyal alan), eğeyi apikale doğru ilerlerken yönlendirir (73).

Radyal alanları olmayan eğelerle daha agresif kesim yapılmasına rağmen, klinik olarak şekillendirme hatalarının genel insidansı düşük görünmektedir (74). Enine kesiti üçgen formunda olan ve radyal alan içeren rotasyonla çalışan aletlerde radyal alan kırık riskini arttırır (75). Bunlara örnek olarak ProTaper Universal, Gold, HERO 642, HERO Shaper (MicroMega), RaCe, BioRaCe, BT RaCe (FKG), EndoSequence (FKG), Twisted file (Kavo Kerr Endo), MTwo verilebilir.

Devamlı rotasyonun yarattığı *taper-lock* (uç kısmı kanal içerisine sıkışmış ama üst kısmı rotasyon yapmaya devam ederken oluşan sıkışma) stres kırığı gibi sorunları azaltmak için resiprokasyon yapan, sekansı ve geometrisi atipik olarak geliştirilen

aletler günümüzde sıkça kullanılmaktadır (76). WaveOne ve Reciproc sistemlerinde dentin kalıntılarının koronal olarak hareket etmesi yerine apikal alana taşınması bu tasarımın ortak sorunu olarak görülmektedir (77). Bu sistem için in vitro veriler, döner eğelerle karşılaştırıldığında gerçekten daha fazla duvar temasının yapıldığını, bunun da daha iyi debridman ve üstün antimikrobiyal etkinlikle sonuçlandığını göstermektedir (78). Metal gövdesi olmayan hafif aşındırıcı bir yüzey sergileyen ince duvarlı NiTi kafesli silindirik tasarıma sahip olan Self-adjusting File (ReDent-Nova) köke üç boyutlu uyum sağlarlar (79). Son zamanlarda eğe tasarımlarında, TRUShape (Dentsply Sirona) de bulunan uyumlu şekillendirme ve limitli maksimum yiv çapı stratejileri de önem kazanmıştır (80). Güçlü S şeklindeki uzunlamasına tasarım, duvar temasını SAF gibi artırır ve TRUshape'in dönüş sırasında genişlemesine ve büzülmesine olanak tanır (81). Benzer bir tasarım, XP-Shaper ve XP-Finisher'da geliştirilmiştir. Her ikisinde de uzunlamasına bakıldığında optimum yönlendirme için altı kesici kenar içeren eğriler formundadır ve .01 konikliğe sahiptir (82).

Sonik ve ultrasonik aletler 10 dakikadan uzun süre kullanıldığında eğelerde kırılma sıklığı %10'a kadar çıkabildiği kanıtlanmıştır (83). Ultrasonik cihazlar, daha yüksek oranda preparasyon hatasına neden olduğu ve kök dentininin kalınlığını azalttığı bildirilmiştir. Sadece kısa süreli kullanılmalı, kanal içinde pasif kalmalı ve güç kontrolü dikkatle yapılmalıdır (84).

#### **2.4. Kimyasal Temizleme ve Şekillendirme (Kemomekanik Preparasyon) Amaçlı**

##### **Malzemeler**

AAE kök kanallarının kanal dolgusuna hazırlık aşaması için *biyomekanik preparasyon* ve *kemomekanik preparasyon* olarak 2 ayrı tanımlamada bulunur. *Biyomekanik preparasyon(hazırlık)*; giriş kavitesinin tamamlanması, pulpa odası ve kök kanallarını temizlemek ve şekillendirmeyi amaçlayan, kanal dolgusuna hazırlık aşamasıdır. Bu aşama, el aletleri ya da rotasyon veya resiprokasyonla hareket eden kök kanal aletlerinin dahil olduğu mekanik işlemler ile bunların kullanımı sırasında

uygulanan çeşitli kimyasalların dahil olduğu mekanik ve kimyasal işlemler dizisidir. AAE tanımlamalarına göre *kemomekanik preparasyon* ise kök kanalının yıkanması, dentinin demineralizasyonu, pulpa dokusunun çözülmesi ve bakteriyel ürünlerin ve toksinlerinin nötralizasyonu amacıyla kimyasalların kullanılmasıdır (28).

Bu aşama antibakteriyel ortamın temini ve ideal bir kanal dolgusuna izin verecek formun oluşturulması kadar, dişin kök kanal tedavisi sonrası çiğneme kuvvetleri karşısındaki dayanıklılığı açısından da önemlidir. Literatürde optimal apikal şekillendirmenin boyutu ve koniklik konusunda fikir birliği yoktur (85). Bu nedenle vakaya göre aşırı dentin kaybı nedeniyle dişi veya kökü zayıflatmadan hem yeterli dezenfeksiyona hem de başarılı bir obturasyona izin verecek kök kanal şekillendirmesine özen gösterilmelidir.

Bu hedeflere yönelik olarak, kimyasal şekillendirmede kullanılan irrigasyon solüsyonlarının ideal özellikleri çeşitli araştırmalara konu olmuş ve beklenen özellikleri şu şekilde sıralanmıştır;

- etkili bir germisit ve fungusit olmalı,
- periapikal dokuları tahriş etmemelidir,
- çözeltide stabil kalmalı,
- uzun süreli antimikrobiyal etkiye sahip olmalı,
- kan, serum ve doku protein türevlerinin varlığında aktif olmalı,
- düşük yüzey gerilimine sahip olmalı,
- periapikal dokuların onarımına müdahale etmemeli,
- dişi boyamamalı,
- bir kültür ortamında inaktivasyon yeteneğine sahip olmalı,

- hücre aracılı bir bağışıklık tepkisi oluşturmamalı,
- smear tabakasını tamamen kaldırabilmeli, alttaki dentini ve tübüllerini dezenfekte edebilmeli,
- dişi çevreleyen doku hücreleri için antijenik, toksik ve kanserojen olmamalıdır,
- dentinin fiziksel özellikleri üzerinde herhangi bir yan etkisi olmamalı,
- dolgu maddelerinin sızdırmazlık özelliğine olumsuz etkisi olmamalı,
- uygulaması pratik olmalı,
- nispeten ucuz olmalı.

Bu çalışmanın sınırları içinde incelenen araştırmalarda biyomekanik preparasyon sırasında sıklıkla kullanılanlar, sodyum hipoklorit (NaOCl), zayıf asitler ve şelasyon ajanları (etilendiamintetraasetik asit /EDTA vb.), klorheksidin (CHX), kalsiyum hidroksit (Ca(OH)<sub>2</sub>) olarak sayılabilir.

Günümüzde en sık kullanılan irrigasyon solüsyonu sodyum hipoklorit (NaOCl)'tir. 1919'da Coolidge, NaOCl'yi endodontiye intrakanal irrigasyon solüsyonu olarak tanıttığından beri antibakteriyel kapasitesi, vital ve nekrotik pulpa dokusu artıklarını, dentin yüzeyindeki biyofilm tabakasını hızlı bir şekilde çözme kabiliyeti nedeniyle hala da en sık kullanılan irrigasyon solüsyonudur (86, 87).

Endodontik tedavinin başarısını arttırmak amacıyla farklı NaOCl konsantrasyonlarının ve irrigasyon protokollerinin, biyofilm tabakasını uzaklaştırmak ve antimikrobiyal etkinliğin sağlanması ve doku çözücü etkisi çeşitli çalışmalarla incelenmiş, deneysel olarak etkin konsantrasyon ve teknikler gösterilmiştir. Kök kanal tedavisi sırasında tavsiye edilen sodyum hipoklorit konsantrasyonları konusunda tartışmalar mevcut olsa da günümüzde %0,5 ile %6 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılır (88). Bazı in vitro çalışmalar, NaOCl' nin daha yüksek konsantrasyonlarda



*Enterococcus faecalis* ve *Candida albicans*'a karşı daha etkili olduğunu göstermiştir (89). Bilindiği gibi yüksek NaOCl konsantrasyonları daha iyi bir doku çözme yeteneğine sahip olsa da düşük konsantrasyonlara göre daha toksiktir (88, 90). Bu nedenle düşük konsantrasyonlu NaOCl çözeltilerinin doku çözücü kapasitelerini arttırmak amacıyla sıcaklığının artırılması önerilmektedir(91). NaOCl' nin doku çözücü ve antibakteriyel kapasitesinden sorumlu olan klor iyonu kararsızdır ve doku çözünmesinin ilk aşamasında hızla (muhtemelen ilk 2 dakika içinde) tüketilir, bu da sürekli solüsyonun yenilenmesi gerektiğini açıklar(92). Belirli bir konsantrasyonda bir hipoklorit irrigantının kanal sisteminde kalması gereken optimal süre konusunda henüz bir konsensüs olmamasına rağmen mevcut çalışmaların ortak görüşü hipokloritin şekillendirme boyunca 1-2 dakika süreyle kullanılmasıdır (93).

Önerilen NaOCl konsantrasyonları ve kullanım protokolleri, postoperatif ağrı, kök hücrelerin periapikal alanda hücre canlılığına etkisi (sitotoksosite), dentin yapısal özellikleri üzerine istenmeyen yönünden de çeşitli çalışmalarla değerlendirilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarla da gösterildiği gibi NaOCl solüsyonunun pH sı, konsantrasyonu, kullanım süresi ve farklı protokollerin uygulanmasına bağlı olarak çeşitli istenmeyen yan etkilerle karşılaşılabilir (79). Ağrı, sitotoksik etkilerinin yanı sıra yapılan çalışmalarda, sodyum hipokloritin preparasyon sonrası kök kanalında yer alan organik artıkları çözme işlevi sırasında dentinin organik bileşenlerinin de bu aktivasyondan etkilenmesi nedeniyle, kolajen degradasyonu, dekalsifikasyon, dentin deproteinizasyona bağlı dentin erozyonu ve dentin mikrosertliği, elastik modülü ve bükülme dayanımı (*flexural strength*) gibi mekanik özelliklerinin olumsuz yönde değiştiği, apatitten zengin, kolajenden fakir dentin alt yüzeyi oluştuğu gösterilmiştir (94-96). Kök kanal ortamında, daha yüksek NaOCl konsantrasyonlarının kullanılması sonuçları değiştirmez çünkü yüksek hacimli irrigasyon ve sık değişim, konsantrasyonun etkilerini telafi edebilir (97).

Kimyasal preparasyonda, smear tabakasının mineralize kısmının uzaklaştırılmasında kullanılan kimyasallardan en sıklıkla tercih edileni etilendiamintetraasetik asit (EDTA)dir. Şelatlama amacıyla kullanılan EDTA, 1957

yılında Nygaard-Østby tarafından dar ve kalsifiye kök kanallarının şekillendirilmesine yardımcı olarak önerilmiştir (98). Polikarboksilik bir amino asittir ve renksiz, suda çözünür olan EDTA, şelat oluşturarak smear tabakasının mineralize kısmını uzaklaştırdığı için önerilir (99). EDTA genellikle %17'lik bir konsantrasyonda kullanılır (16). Kök kanal duvarı ile 1 dakikadan daha az doğrudan temas halindeyken smear tabakasının inorganik kısmını uzaklaştırır (100).

Smear tabakasının organik bileşenlerini uzaklaştırmak için proteolitik bileşen örneğin NaOCl irrigasyon protokolüne eklenmelidir(98). EDTA'nın kendi kendini sınırlayan etkisi olmasına rağmen kanalda daha uzun süre bırakılırsa dentinde erozyon olduğu gösterilmiştir (101).

EDTA'ya yüzey gerilimini düşüren Cetavlon eklenerek oluşturulan EDTAC benzer smear uzaklaştırma yeteneğine sahip olmasına rağmen daha kostiktir (102). Zehnder ve ark. (2005), bir endodontik şelatör solüsyonunun yüzey gerilimini azaltan bir yüzey aktif madde ile birleştirilmesinin Ca iyonu uzaklaştırma etkinliğini arttırmadığını bildirmiştir (103).

Torabinejad ve Johnson tarafından 2003 yılında tanıtılan MTAD, geniş spektrumlu bir antibiyotik olan %3 doksisisiklin içeren sulu bir çözeltilidir; %4,25 sitrik asit, bir demineralize edici madde; ve bir deterjan olan %0,5 polisorbat 80 (Tween 80) içermektedir (104). MTAD, kök kanal sistemini dezenfekte etmek ve smear tabakasını kaldırmak için final irrigantı olarak geliştirilmiştir (105). Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Muggio, İtalya), MTAD'ye benzer bir kombinasyon ürünüdür. İki irrigan, antibiyotik konsantrasyonu (MTAD için doksisisiklin 150 mg/5 mL ve Tetraclean için 50 mg/5 mL) ve deterjan türü MTAD için Tween 80, Tetraclean için polipropilen glikol) bakımından farklılık gösterir (106). Tetrasiklin bakteriyostatik bir antibiyotiktir, ancak yüksek konsantrasyonlarda tetrasiklin de bakterisidal olabilir. Malkhassian ve ark. (107) kontrollü bir klinik çalışmada, MTAD ile son irrigasyonun, enfekte kanallardaki bakteri sayısını, yalnızca NaOCl kullanılarak kemomekanik preparasyonla elde edilen seviyelerin ötesine düşürmediğini bildirmişlerdir.

Sitrik asitin EDTA'dan daha biyouyumlu ve klinik kullanıma uygun olduğu bildiren çalışmalar vardır (108). De-Deus ve ark. (109) EDTA ve EDTAC ile karşılaştırıldığında sitrik asidin mikrosertlik üzerinde en az etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (100). Ancak, diğer şelatörler gibi sitrik asidin de dentine maruz kalma süresinin sınırlandırılması gerektiği üzerinde fikir birliği sağlanmıştır. Sitrik asit benzer konsantrasyonda EDTA'dan biraz daha güçlü gibi görünse de her iki ajan da smear tabakasını kaldırmada yüksek etkinlik göstermektedir (110).

HEBP (1-hidroksietiliden-1, 1-bifosfonat; etidronik asit) zayıf bir şelatördür. Kısa süre için NaOCl ile reaksiyona girmediği için EDTA'ya potansiyel bir alternatiftir. Proteolitik veya antimikrobiyal özelliklerini etkilemeden NaOCl ile kombinasyon halinde kullanılabilir (111).

QMix, dekalsifiye ajan olarak bir CHX-analoğu, Triklosan (N-setil-N,N,N trimetilamonyum bromür) ve EDTA içerir; antimikrobiyal bir irrigant olmasının yanı sıra kanal duvarındaki smear tabakalarının ve debrisin uzaklaştırılması için tasarlanmıştır (112).

CHX, ilk olarak antiseptik bir krem olarak pazarlanmış olup on yılı aşkın bir süredir endodontide irrigan ve medikament olarak kullanılmaktadır (113). CHX molekülü, polibisguanit grubuna ait, pH'ı 5,5 ile 7 arasında olan güçlü bir bazdır, CHX diglukonat tuzu suda kolayca çözünür ve çok kararlıdır (114). CHX % 0,12 ile % 2,0 arasındaki konsantrasyonlarda kullanılır. Bu konsantrasyonlarda CHX hem lokal hem de sistemik olarak düşük düzeyde doku toksisitesine sahiptir (115). Ayrıca, CHX gargara periodontal yaraların iyileşmesini desteklediği bildirilmiştir (116).

CHX, gram-pozitif, gram-negatif bakteri ve mayalara karşı aktif olan geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajandır (117). Konsantrasyonuna bağlı olarak, CHX hem bakteriyostatik hem de bakterisidal etkilere sahip olabilir. Yüksek konsantrasyonlarda, CHX bir deterjan görevi görür ve hücre zarına zarar vererek bakterisit etkisini gösterir ve sitoplazmanın çökmesine neden olur. Düşük konsantrasyonlarda, CHX bakteriyostatiktir ve hücre kalıcı olarak hasar görmeden

düşük moleküler ağırlıklı maddelerin (yani potasyum ve fosfor) dışarı sızmasına neden olur (118).

NaOCl'den farklı olarak CHX molekülünün katyonik yapısından dolayı dentinde kalabilir. Diş sert dokularına terapötik seviyelerde kademeli ve uzun süreli salınımla adsorpsiyonu genellikle rezidüel etki veya substantivite olarak adlandırılır. Bu etki, CHX konsantrasyonuna ve dentin ile temas süresine bağlıdır; ayrıca kök kanal dentininde 120 güne kadar tespit edilmiştir (119). Başka bir çalışmada, CHX'in dentin tarafından adsorbe edilmesi için kanalda 1 saatten fazla bırakılması gerektiğini belirtmiştir. Komorowski ve ark. (120) 5 dakikalık CHX uygulamasının kalıcılığa neden olmadığını, bu nedenle dentinin CHX ile 7 gün boyunca tedavi edilmesi gerektiğini öne sürmüştür. Bu nedenle, CHX'in in vivo olarak antimikrobiyal etkinliğinin kanıt düzeyinin artırılması gerekmektedir. Sonuç olarak, CHX'in doku çözme özelliği yoktur; bu nedenle, NaOCl hala endodontide birincil irrigasyon solüsyonu olarak kabul edilmektedir (121).

CHX'in NaOCl ile kombinasyonu sonucu dokulara zarar verebilecek toksik kırmızı renkli bir çökelti oluşur. Basrani ve ark. (122) bu çökeltinin kimyasal yapısını değerlendirmiş ve 4-kloroanilin (PCA) olduğunu bildirmişlerdir. PCA'nın dentin tübüllerine penetre olduğu ve kısa süreli maruziyette bile insanlarda toksik, methemoglobin oluşumu sebebiyle de siyanoz görülebileceği kanıtlanmıştır (123).

İyot potasyum iyodür (IKI) % 2 ile % 5 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanılan bir kök kanal dezenfektanıdır. İyot, bakteriyel enzimlerin serbest sülfhidril gruplarıyla reaksiyona girerek disülfür bağlarını parçalayarak oksitleyici bir madde görevi görür (124). *E. faecalis* genellikle tedaviye dirençli periapikal enfeksiyonlarla ilişkilendirilir ve IKI ve CHX kombinasyonları Ca(OH)<sub>2</sub>'ye dirençli bakterileri daha etkili bir şekilde öldürebilir (125). IKI nin en belirgin dezavantajı, bazı hastalarda alerjik reaksiyonlar yaratması ve kromda renklenmeye neden olmasıdır (126).

Kanal içi medikament tedavisi tek randevuda tamamlanamayan durumlarda kullanılır. Temizleme ve şekillendirmeden sonra kalan intrakanal bakteriler

randevular arasında artabilir. Kanal içi medikamentin temel amaçları bakteri üremesini kısıtlamak, sürekli dezenfeksiyon sağlamak ve fiziksel bir bariyer oluşturmaktır (127). Bununla birlikte, intrakanal ilaç endikasyonlarının çoğu şüphelidir. İntrakanal ilaçlar, enfekte kök kanallarında kontrollü asepsi kapsamında yalnızca kök kanal dezenfeksiyonu için kullanılmalıdır ve rolleri kök kanalının temizlenmesi ve şekillendirilmesinden sonra ikincildir (128). Kapsamlı kanal debridmanı ve yeterli kanal preparasyonu daha amaca uygundur. Bir diş tedaviye yanıt vermiyorsa kanal içi ilaç seçiminde yardımcı olması için bakteriyolojik örnekleme gerekli olabilir (129).

Kalsiyum hidroksit en popüler kanal içi ilaçlardandır.  $\text{Ca(OH)}_2$ 'nin ana özellikleri arasında sınırlı çözünürlük, yüksek pH, geniş spektrumlu ve uzun süre devam eden antimikrobiyal etki yer alır (130). Kalsiyum hidroksitin etki etmesi için doku ile temas halinde olması gerekir.  $\text{Ca(OH)}_2$ , yavaş etkili bir antiseptiktir; in vitro doğrudan temas deneyleri, Enterokokların tamamen öldürülmesi için 24 saatlik bir temas süresinin gerekli olduğunu göstermektedir (131).  $\text{Ca(OH)}_2$ , bakterileri öldürmenin yanı sıra, bakteriyel lipopolisakkaritlerin (LPS) lipid kısmını hidrolize etme, böylece lipopolisakaritin biyolojik aktivitesini etkisiz hale getirme ve etkisini azaltma konusunda faydalı bir yeteneğe sahiptir (132). Bu, ölü hücre duvarı nedeniyle arzu edilen bir etkidir. Materyal, bakteriler öldürüldükten sonra kalır ve periradiküler dokuda inflamatuvar yanıtları uyarmaya devam edebilir (133).

$\text{Ca(OH)}_2$  kullanımıyla ilgili bazı endişeler vardır.  $\text{Ca(OH)}_2$ 'nin kullanımı ve uygun şekilde yerleştirilmesi, ortalama bir klinisyen için zorluk teşkil etmektedir (132). Ayrıca,  $\text{Ca(OH)}_2$ 'nin uzaklaştırılması genellikle eksiktir ve salin, NaOCl veya EDTA ile bol miktarda irrigasyondan sonra bile kanal duvarında dentin yüzeylerinin %20 ila %45'ini kaplayan artıklara (debris) neden olur (134).

Ayrıca kanaldan uzaklaştırılmayan  $\text{Ca(OH)}_2$ , çinko oksit öjenol bazlı endodontik patların sertleşme süresini kısaltabilir (135). Özellikle, kök kanal dolgusunun sızdırmazlığını bozarak tedavi kalitesini tehlikeye atabilir. Ek bir endişe,

Ca(OH)<sub>2</sub>'nin *E. faecalis* ve *C. albicans* dahil olmak üzere birçok endodontik patojene karşı etkili olmamasıdır (136).

Peters ve ark. (137) yaptığı bir çalışmada Ca(OH)<sub>2</sub>'nin bakterileri yeterli düzeyde ortadan kaldıramayacağını hatta Ca(OH)<sub>2</sub> yerleştirildikten sonra kültürlerin negatiften pozitive değiştiğini göstermişlerdir. Bu nedenle, kanıt düzeyi yüksek bilimsel araştırmalara bakıldığında ve kültür örnekleri değerlendirildiğinde Ca(OH)<sub>2</sub>'nin kök kanallarından bakterileri yok etme etkinliği sınırlıdır (56). Kanalların doldurulmasından önce güvenilir bir şekilde bakterilerin yok edilebilmesini sağlamak için daha iyi antibakteriyel protokoller ve kanal içinden örnek alma teknikleri geliştirilmelidir (138).

Kalsiyum hidroksit uygulamasından sonra dentin ultrastrüktürünü inceleyen çalışmalara bakıldığında dentinin elastik modülünü ve mikrosertliğini azalttığı kanıtlanmıştır (139). Naseri ve ark. (140) ATR-FTIR tekniği kullandığı çalışmada, kalsiyum hidroksit ve nano kalsiyum hidroksit kullanılan dentin üzerinde fosfat/amid oranının sodyum hipoklorit kullanılan dentin yüzeyleri ve kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek bulmuşlardır.

## 2.5. Mekanik ve Kimyasal Şekillendirmenin Dentine Etkileri

Klinik uygulamalarda temel amaç daima aynı olup önce dokuya zarar vermemektir. Bu amaçla en güvenli ve etkin şekillendirme hedefiyle kullanıma sunulmuş kanal aletlerinin, üstün özellikleri ve zayıf yanları, doğru kullanılması amacıyla teknik bilgileri çeşitli araştırmalara konu olmuştur (22, 24, 141). Son yirmi yılda oldukça popüler hale gelen nikel-titanyumdan üretilmiş kök kanal aletleri, kök kanalını mekanik olarak genişletmek için giderek ana yaklaşım haline gelmiştir. Ancak bu yeni nesil aletlerle enstrümantasyonlarda dentinde transportasyon, perforasyonların yanı sıra vertikal kök kırıkları ile sonuçlanacak dentinde mikro çatlaklıklara da neden olunabileceği ve dikkatli kullanılmaları gerektiği de araştırmacılarca belirtilmektedir (142).

Bilinen bir gerçektir ki kök kanal dentini endodontik tedavi sırasında mekanik enstrümantasyonla eş zamanlı olarak irrigasyon solüsyonları ve medikamentlerin uygulamalarına da maruz kalmakta ve bütün bu karmaşık dinamik kimyasal süreçler dentinin kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir(143). Bu nedenle yapılan tedavilerde antimikrobiyal etkinliği sağlamak kadar seçilen kimyasallarla diş dokularının bütünlüğünün korunmasına özen gösterilmelidir. Klinisyenler daima dentinin yapısal özellikleri dikkate almalı, işlemler bilinçli bir şekilde uygulanmalıdır (144). Literatürde bu amaç doğrultusunda antibakteriyal etkinliğinin güçlü olması nedeniyle önerilen irrigantların dentinin mineral profili ve kimyasal kompozisyonuna etkileri de araştırmalara konu olmuştur(145).

## **2.6. Endodontide bilimsel araştırma yöntemleri**

Endodontide bilimsel araştırmalar klinik problemlerin önlenmesi ve çözümünde klinisyenlere rehber olmak amacıyla oluşturulmaktadır. Sonuçları önemli bilgiler sunsa dahi araştırmaların, uluslararası bilimsel ortamlarda tartışılarak değerlendirilip etik kurallar çerçevesinde kabul görmesi önemlidir (146).

Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi (preparasyonu) endodontik başarıda önemli bir yer almakta ve bu amaçla literatürde çeşitli kaynaklarda yazarlar, birbirlerinden ilham alarak çeşitli araştırmalarla sonuçları bilimsel ortamlarda yayımlamışlardır. Bunlardan bazıları etki faktörü yüksek, bilimsel kabul gören dergilerde yayımlanmış ve klinik çalışmalara yön vermiş önemli çalışmalardır. Bu dergilerde yayımlanmış bir çalışmanın klinik uygulamalarda yer alması için bilimsel ortamlarda atıf gösterme yoluyla tartışılması ve üzerinde araştırmacılar tarafından kaynak gösterilerek fikir birliğine varılmış çalışmalar olması önemlidir (147, 148).

### **2.6.1. Bibliyometrik analiz**

Kanıt dayalı uygulamaların yaygınlaşması inceleme türlerinin giderek çeşitlenmesine yol açmış ve literatürde farklı amaçlara yönelik, farklı yöntemlerin

kullanıldığı 14 ayrı Derleme (*Review*) türü oluşturulmuştur (149). Bunlardan biri de bibliyometrik analizdir.

Bibliyometrik analiz belirli bir alanda, bir dönem esas alınarak, *Web of Science*, *Scopus* veya *PubMed* gibi *bilimsel network'* de bulunan yayın veri tabanları kullanılarak, üretilen yayınlar ve bu yayınlar arasındaki ilişkilerin değerlendirildiği matematiksel ve istatistiksel bir analiz yöntemidir (150). Bibliyometrik analiz ile bilimsel makaleler çeşitli yönleri ile değerlendirilebilir. Konu ile ilgili yayınlar yoluyla yazarlar, yazarların ilgi alanları ve yayınları, kullandıkları metodolojiler, araştırmaların refere edilme (atıf) oranı yoluyla kabul görüp görmediği, hangi araştırma metodlarının daha güvenilir ve kabul görür olduğunun belirlenmesi, araştırmacıların hangi konuda otorite olduğu belirlenerek o otoritenin değerlendirmelerinin neler olduğunu anlamak mümkündür (151-154). Ayrıca bibliyometrik yöntemler doğru kullanıldığında literatür taramalarında daha fazla nesnellik elde edilir (155). Yayın sayısının giderek artması nedeniyle, daha yeni ve spesifik alanlarda bibliyometrik analizlerin yapılması, gelecekteki araştırmalara rehberlik etmek için de gerekli hale gelmektedir (156).

### 2.6.2. Etki Faktörü

Bibliyometrik yöntemle bilimsel literatürü analiz ederken, yayının yer aldığı derginin etki faktörü (impact factor), etki ortalaması ve başka bir yayın tarafından alıntılanma (atıf) sayısının analizi gibi nicel ölçüler de önemlidir(157).

Atıf bir yazarın bilimsel bir makalede konuyla ilgili yapılmış başka bir bilimsel çalışmayı referans göstermesidir. Bunu kendi çalışma bulgularını desteklemek ya da kıyaslamak amacıyla kullanır. Bir bilimsel çalışmanın aldığı atıf sayısı, araştırmanın ilgili alanda etkisi bir çalışma olduğunu düşündürmektedir (158).



Atıf yapmanın temel işlevi, atıf yapan doküman ile atıf yapılan doküman arasında bir ilişki kurmaktır (159). Atıf sayısı, yayınlanmış bir makalenin kullanımının ve katkısının nicel bir ölçüsünü elde etmede yararlı bir araç olarak kabul edilse de alıntılanma sayısının metodolojik kaliteyi yansıtıp yansıtmadığı ucu açık bir soru olarak kalmaktadır (157, 158, 160).

### 2.6.3. Atıf analizi

Atıf analizi, bibliyometride en sık kullanılan yöntemlerden biridir ve araştırmannın bilimsel ortamlardaki performansını belirleyen tanımlama aracıdır. Atıf analizinde en yaygın araç, atıf sayısıdır. Atıflar incelenirken yazarlar, yayınlar, dergiler ve konular arasındaki atıf ağını belirlemek de mümkündür. Atıf ağı, bir yayından başka bir yayına yapılan atıfları temsil eder. Araştırmannın tasarlandığı ve sonuçların yorumlandığı temeli göstermek için araştırma metinlerindeki atıfların görsel olarak haritalandırmasını da sağlar (161, 162). Atıf analizinde yazarın kendine atfı (*self-citation*) değerlendirmeye alınmaz.

Klinik uygulamalarda başarıyı etkileyen temel faktörlerden biri olan kök kanalının doldurulmasına hazırlık aşamasında kullanılan malzemeler, yöntemler, teknik araç ve gereçler başarıyı artırma konusunda uzun yıllardır farklı deneysel araştırma yöntemleri kullanılarak çeşitli araştırmalara konu olmuş ve otoritelerin bu konulardaki görüşleri alınarak yeni araştırmalar oluşturulmuştur (19, 163, 164).

Bu araştırmalar bilimsel analizlerle değerlendirilerek araştırmacıların, yeni hipotezlerle ve tekrarlanan çalışmalardan daha çok güncel tekniklerle deneysel araştırmalar oluşturmasına imkan sağlar.

## 2.7. Kök Kanalında Kullanılan Kimyasalların Dentin Yapısına Etkilerinin Değerlendirildiği Çalışmalarda Kullanılan Araştırma Metodları

Literatürde kök kanallarında kemomekanik preparasyon sırasında kullanılan malzemelerin dentine etkileri ile ilgili çalışmalarda şu deneysel yöntemlerin uygulandığı belirlenmiştir:

### 2.7.1. Dentin Üzerine Uygulanan Mekanik Testler

Fizikte kuvvet, bir nesnenin hareketi, yönü veya geometrik yapısı ile ilgili belirli bir değişikliğe uğramasına neden olan herhangi bir etkidir. Bir kuvvet 3 özellikle tanımlanır:

- Uygulama noktası
- Büyüklük
- Uygulama yönüdür.

Kuvvetin SI birimi Newton'dur (N) (165). Maksimum oklüzal kuvvetler 200 – 3500N arasında değişir. Yetişkinlerde oklüzal kuvvetler, mandibular menteşe eksenine en yakın arka bölgede en yüksektir ve azı dişlerinden kesici dişlere doğru azalır. Birinci ve ikinci azı dişleri üzerindeki kuvvetler 400 ila 800 N arasında değişir. Küçük azılarda, büyük azılarda ve kesici dişlerde ortalama olarak sırayla 300, 200 ve 150N civarındadır (166).

Stres(gerilim), bir dış kuvvete karşı direnç gösteren bir maddenin birim alanına uygulanan kuvvet olarak tanımlanır. Bir malzemenin, o malzemeye uygulanan harici bir yüke karşı gösterdiği iç direnç olarak da tanımlanabilir. Ölçü birimi Megapaskal'dır (Mpa) (167). Malzemeye uygulanan kuvvetin yönüne göre 3 farklı şekilde gerilim ortaya çıkar; çekme (*tensile*), sıkışma (*compressive*) ve makaslama (*shear*) gerilimidir (168).

Mukavemet (*strength*), malzemeye uygulanan yük ve malzemede meydana gelen şekil değişimi ilişkisini tanımlamada kullanılan bir terimdir. Bir malzeme içinde iç gerilimler oluşturmak için kuvvet farklı şekillerde uygulandığından, mukavemet (*strength*) veya yıkıcı kırılmaya karşı direnç olarak ölçülen ve kaydedilen şey, testin koşullarına bağlıdır. Bir malzemenin ağız boşluğunda karşılaşılabilecek tipik yükleme koşulları altında mukavemetini test etmek çok mantıklı görünebilir.

Bir dereceye kadar bu yararlıdır, ancak bir malzeme üzerindeki çoğu dış kuvvetin, yapı içindeki çeşitli düzlemler boyunca gerilimler olarak çözüleceği ve malzeme sıkıştırma altına alındığında bile genellikle çekme ve kesme gerilimlerine yol açacağı unutulmamalıdır (169).

Deformasyon, kuvvet uygulanmasının neden olduğu malzemede meydana getirdiği boyutsal değişikliktir. Kuvvet kaldırıldığında deformasyon düzeliyorsa buna elastik deformasyon denir. Kuvvet kaldırıldığında deformasyon tamamen düzelmeyorsa, düzelmeyen deformasyon miktarı kalıcı veya plastik deformasyon olarak adlandırılır (170).

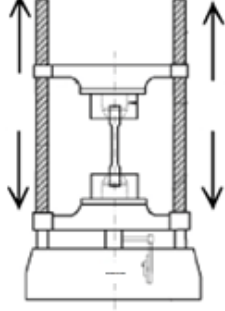
- **Çekme (*Tensile*) Testleri**

Bir cisim düz bir çizgide ve zıt yönlerde aksel kuvvetlere maruz kaldığında, gerilim oluşur. Malzemenin bu yüke karşı gösterdiği dirence çekme (tensile) dayanımı denir. Bir cisme kopmadan önce çekme kuvvetinin uygulanmasından kaynaklanan uzunluk değişikliği uzama olarak tanımlanır (171). Bu testle genellikle bir malzemenin duktilitesini ölçülür. Duktilite, metalik malzemelerin önemli bir özelliğidir çünkü malzemenin çekme kuvvetleri altında kırılma momentine kadar deforme olma özelliğidir ve bir alaşımın işlenebilirliğini gösterir. Bu nedenle, malzemelerin çekme yükü altında test edilmesi tipik olarak en uygun kabul edilir olanıdır. Çekme yüklemesi aynı zamanda deneysel olarak kontrol edilmesi en zor olan yük olduğundan, test sırasında çekme, basma ve kesme gerilmeleri geliştirdiği için eğilme genellikle tercih edilen yöntemdir (172).

### **Tek aksel çekme testi**

Çekme testi için bir numunenin tipik şekli, numunenin uçlarından daha küçük çaplı bir merkez bölge sağlayan, böylece gerilimi ortada yoğunlaştıran ve kırılmanın burada meydana gelmesini sağlayan bir halteri andırır (Şekil 3). Testin zorluğu, numunenin karmaşık dambıl şeklinde şekillendirilmesi veya şekillendirilmesi gerektirir ve bu genellikle düzensizlikler ve stres yoğunlaştırıcılar bırakarak

başarısızlığın meydana gelmesine neden olur ve böylece testin sonuçlarını geçersiz kılar (173).



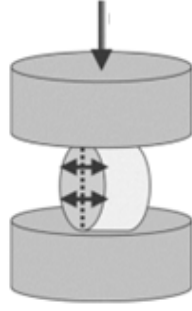
**Şekil 3. Unaksiyel çekme testinin şematik gösterimi**

(Naseem ve ark.(174)'nden alınmıştır.)

Bu nedenle test, yüklemenin gerçekten tek eksenli olmasını sağlamak için numune hizalamasının da kritik olması nedeniyle tekniğe oldukça duyarlıdır. Bu nedenlerden dolayı, uygulanabilir olmasına rağmen, çekme testi dental kompozitlerin mukavemetini ölçmek için çok sık kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, test sırası açısından dikkatli olma ihtiyacı, araştırmacıları bu test yöntemini kullanmaktan vazgeçirmemelidir (175).

### **Diametrik (çapsal) çekme testi**

Gevrek (*brittle*) malzemeler için yüksek kaliteli tek eksenli çekme testlerinin yürütülmesindeki zorluklar nedeniyle, diametrik çekme testi (Brezilya testi olarak da bilinir) geliştirilmiştir. Bu test çoğu dental materyal için kritik bir gerekliliktir, çünkü birçok klinik başarısızlık gerilme stresinden kaynaklanmaktadır (173). Bu yöntem, test makinesinin üst ve alt plakalarının numunenin tüm uzunluğu boyunca bir çizgi eksenine bir kuvvet sağlaması için yan tarafında duran bir diskin veya silindirin kırılmasına dayanır (Şekil 4) (171).



**Şekil 4. Diametrik çekme testinin şematik gösterimi**

(Wang ve ark. (171)'dan alınmıştır)

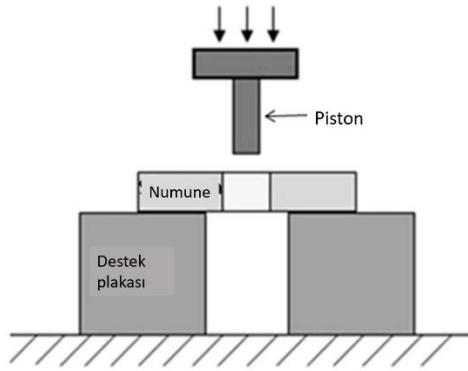
Numune üretimi, numunenin tüm yüzeyinin eşit şekilde yüklenmesini sağlamak için kritik öneme sahiptir bu nedenle bu yöntemle yapılan çoğu çalışma, daha kısa uzunluk boyutuna sahip bir disk ve destek plakaları kullanır (176).

Bu test yalnızca numune ortadan düzgün bir şekilde kırıldığında doğru olarak kabul edilir; ilke, disk çapı boyunca sıkıştırıldığında, merkezi çapı boyunca çekme gerilmelerinin oluşturulması ve malzemeyi çekme şeklinde ayırmasıdır (177).

Günümüzde, çok sayıda dental materyalin bağlanma dayanımını ölçmek için mikro çekme bağlanma dayanımı test yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ne yazık ki, çekme bağlanma mukavemeti test yöntemi, erken bağlanma başarısızlıklarının yüksek yüzdesi ve test sonuçlarındaki büyük varyasyon nedeniyle intrakanal dolgu malzemeleri ile kullanım için uygun değildir. Shear punch testinden modifiye edilmiş bir push-out testi, intrakanal dolgu malzemelerinin bağlanma mukavemetlerini değerlendirmek için daha uygun bir test olarak savunulmuştur (178).

Test örneği, dışında dentin ve içinde intrakanal dolgu maddesi bulunan dairesel bir disk olarak simüle edilmiştir. Bu numuneye sivri bir uçla kuvvet uygulanır. Ayrılmaya neden olan kuvvet ölçülür (179).

Push-out testinin gerçek mekanik mekanizması daha karmaşıktır ve bir kırılma mekanizması ve sürtünme davranışı içerir (Şekil 5). Ayrıca, dentin histolojisi, rezin materyallerin büzülmesi ve tekniğin hassasiyeti nedeniyle mükemmel bir bağlanmış arayüz elde etmek imkansızdır (180). Materyalin dentin ile bağlanma dayanımı, endodontik prosedürlerin başarısı için olağanüstü önemli bir faktördür. Sonuç olarak, bağlanmış arayüzlerin mekanik testleri, materyal seçimi ve sonuç tahmininde önemli bilgiler sağlayabilir (181).



Şekil 5. Push-out testinin şematik gösterimi

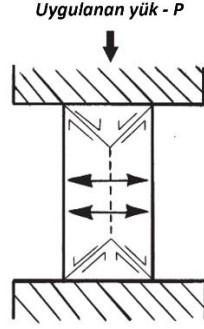
(Zhu ve ark.(182)'ndan alınmıştır.)

- **Sıkıştırma (*Compression*) Testleri**

Sıkıştırma (*compressive*) stresi, iki kuvvet seti aynı düz çizgide birbirine doğru yönlendirildiğinde ortaya çıkar. Bir cismi sıkıştırma veya kısaltma eğiliminde olan bir yükten kaynaklanır (183).

Sıkıştırma testi, silindirik bir numuneye sabit bir gerinim hızında aksenal bir kuvvet uygulanarak malzeme içinde başarısızlığa neden olan çekme ve kesme gerilmeleri oluşturması açısından nispeten basittir. Restorasyonların sıkıştırma kuvvetlerine maruz kalması mantıklı olsa da bunlar çoğunlukla malzemenin gövdesinde daha karmaşık stresler olarak çözülür ve başarısızlık malzemenin gerçek sıkıştırmasından kaynaklanmaz. Birçok malzeme, özellikle de kırılğan olanlar,

sıkıştırma testinde çekme testinden daha güçlü görünecektir, çünkü sıkıştırma testi genellikle çekme testine kıyasla iç kusurlara karşı daha az hassastır (184).



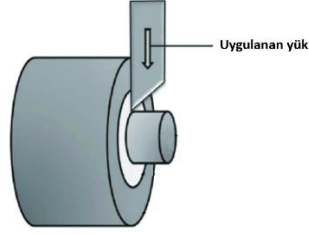
**Şekil 6. Sıkıştırma testinin şematik gösterimi**

(Yanıkoglu ve ark. (185)'ndan alınmıştır.)

Dikkate alınması gereken bir nokta, silindirik numunenin düz uçlarıyla buluştukları plakaların yüzeyindeki sürtünme kuvvetlerinin, numunenin kendisiyle mükemmel şekilde paralel değilse, test yönteminin ilkelerini ihlal eden karmaşık gerilmeler yaratabileceğidir. Bu sorunun üstesinden gelmek için numunelerin uçlarına bir parça ince kağıt yerleştirmek yaygındır (Şekil 6) (186).

- **Makaslama (*Shear*) Testleri**

Makaslama (*shear*) stresi, 2 kuvvet kümesi birbirine paralel olarak yönlendirildiğinde ancak aynı düz çizgi boyunca yönlendirilmediğinde ortaya çıkar. Makaslama stresi, bir kütlelerin bir kısmının diğerinin üzerinde kaymasına karşı koyma eğilimidir. Bu tip gerilme, bir malzeme üzerindeki bükülme veya burulma hareketi ile de üretilebilir (Şekil 7). Makaslama testi kırılğan olmayan ancak sünek(düktil) özelliklere sahip malzemeler için uygundur (187).



**Şekil 7. Makaslama testinin şematik gösterimi**

(Rao ve ark.(188)'ndan alınmıştır.)

Makaslama mukavemeti tipik olarak iki farklı yüzey arasındaki adhezyonu değerlendirmek için kullanılır (169).

- **Bükülme (Fleksüral) Testleri**

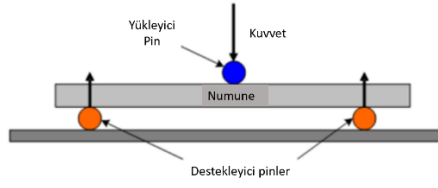
Fleksüral (bükülme) stresi bükülmeye maruz kalan bir malzemenin birim alanı başına düşen kuvvet olarak tanımlanır. Bu kuvvet cisimde her üç stres tipini de üretebilir, ancak çoğu durumda malzemedeki kırılma, çekme(tensile) bileşeni nedeniyle oluşur (189). Bükülme ve kuvvetin doğrudan gözlemleri kaydedilerek *stress-strain* ilişkisi belirlenebilir.

Fleksüral testlerde numunelerin küçük boyutu, düşük maliyeti ve kolay hazırlanması bu testin sıklıkla tercih edilmesine neden olur ancak belirgin dezavantajları da vardır bu dezavantajlardan testler açıklandıktan sonra bahsedilecektir (190).

### **Tek Eksenli (Uniaksiyal) Bükülme Testleri**

Tipik olarak, test 3 noktalı bükme (*3-point bending test*) ile gerçekleştirilir (Şekil 8) (191). Üç nokta bükme testi, malzemenin iki nokta üzerine yatay olarak yerleştirilmesi ve "V" şeklinde bükülmesi için tek bir noktadan kuvvet uygulanmasıyla yapılır (Şekil 8) (192).

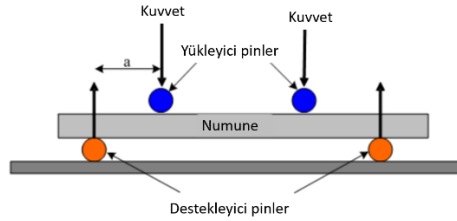




**Şekil 8. 3 noktalı bükme testinin şematik gösterimi**

(Ćurković ve ark. (191)'dan alınmıştır.)

4 nokta bükme testinde ise kuvvet üstte tek bir nokta yerine iki noktadan uygulanır. Böylece numune dört farklı noktada temasa maruz kalır ve "U" şeklinde daha fazla bükülür (Şekil 9).



**Şekil 9. 4 noktalı bükme testinin şematik gösterimi**

(Ćurković ve ark. (186)'dan alınmıştır.)

Üç nokta bükme testi, malzemenin belirli bir bölümünü test etmek için idealken, dört nokta bükme testi numunenin büyük bir bölümünü test etmek için daha uygundur ve numunenin kusurlarını 3 nokta testinden daha iyi gösterir (193). Bu testlerin yapılabilmesi için numunelerin incelenecek olan formunda her iki destek ucunun ortalama olarak %10 ek malzemeyle üretilmesi gerekir (169).

4 nokta testinin avantajı, stresi desteğin daha geniş bir alanı üzerinde yoğunlaştırmasıdır. 3 nokta yönteminde ise desteğin doğrudan uygulanan yükün

altında olmayan bir noktadan kırılması mümkündür, bu da mekaniği ihlal edebilir ve potansiyel olarak hatalı sonuçlara yol açabilir (194).

Bükülme, numunede bir stres dağılımı oluşturur ve sadece küçük bir hacim yüksek çekme (*tensile*) gerilimine maruz kalır. Numuneler kenar veya yüzey kusurlarına karşı çok hassastır. Test, kurulumu ve yürütülmesi basit görüldüğü için aldatıcıdır, ancak yanlış hizalamalar ve düzenek hataları sonuçları kolayca saptırabilir (195). Üç noktalı test prosedüründe ölçülen mukavemet dört noktalı test prosedürüne kıyasla daha yüksek olsa da elastik modül için 3 ve 4 noktalı bükme arasında bir fark tespit edilmemiştir. Malzemelerin doğrudan karşılaştırılması sadece aynı ölçüm koşullarında, numune boyutlarında ve hazırlama yöntemlerinde mümkündür (196).

### **İki Eksenli (Biaksiyal) Bükülme Testleri**

Kırılgan dental materyallerin mukavemetini değerlendirmek için enine fleksüral testlerden daha güvenilir bir test yöntemidir. Bu testlerde, disk şeklindeki numune, bir halka veya daire oluşturan bilyeler tarafından alttan desteklenir. Disk şeklindeki numunelere uygulanan kuvvet ile geniş bir yüzey alanı test edildiği için dengeli stres dağılımı sağlanır (197). Halka üzerinde halka testi, halka üzerinde top testi, üç top üzerinde piston testi bu gruba örnektir (198).

- **Sertlik (*Hardness*) Analizleri**

Sertlik, deformasyon direncinin nicel bir ölçüsü olarak tanımlanır ve uygulanan maksimum yükün öngörülen temas alanına bölünmesiyle hesaplanır (199). Yüzey sertliği, penetrasyon yoluyla plastik deformasyona karşı malzeme yüzey direncini değerlendirmek için sıklıkla kullanılan bir parametredir (171). Sertlik, çizilmeye karşı direnci, abrazyona karşı direnci, girintiye karşı direnci ve hatta şekillendirmeye veya lokalize plastik deformasyona karşı direnci gösterebilir (200).

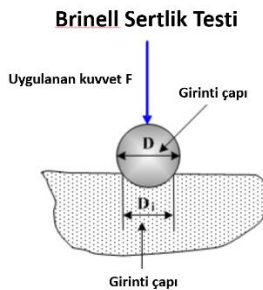
Temel olarak, belirli bir şekilde sahip bir girinti, belirli bir zaman aralığında belirli bir yük altında test edilecek malzemenin yüzeyine bastırılır ve kuvvet kaldırıldıktan sonra girintinin boyutu veya derinliği ölçülür (201).

Sertlik ölçümü, uygulanan kuvvetlere ve elde edilen yer değiştirmelere göre makro, mikro veya nano ölçekli olarak tanımlanabilir (ISO 14577-1:2015 [57]): makro aralık:  $2 \text{ N} \leq F \leq 30 \text{ kN}$ ; mikro aralık:  $2 \text{ N} > F$ ;  $h > 0,2 \text{ m}$ ; ve nano aralığı:  $h \leq 0,2 \text{ m}$  (burada  $F = \text{Kuvvet}$  ve  $h = \text{girinti derinliği}$ ) (202).

Sertlik testleri bir dental materyalin mineralizasyon derecesini değerlendirebilir. Belirli bir süre ve mesafe için uygulanan belirli bir kuvvet, dengesiz de-remineralizasyon durumlarında olduğu gibi, farklı tedavilerden sonra mine ve dentinin remineralizasyon yeteneğini değerlendiren çalışmalarda önemli veriler sağlar (203). Bu testlere örnek olarak Knoop, Vickers , Brinell, Rockwell verilebilir (204).

### Brinell Sertlik Testi

En eski sertlik testidir. Önceden belirlenmiş bir süre boyunca tutulan ve daha sonra çıkarılan sabit çaplı bir çelik bilyeye önceden belirlenmiş bir yük kuvveti uygulanır (Şekil 10). Brinell sertlik testi nispeten büyük bir penetrasyon alanı verdiği için, bu test ortalama sertlik değerlerini belirlemek için iyidir ve çok daha lokalize ve küçük alanların değerlerini belirlemek için kullanılmaz (205).

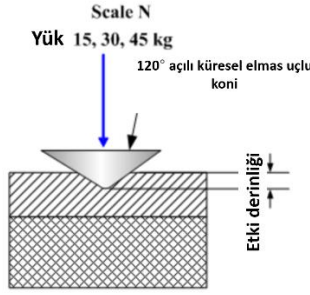


**Şekil 10. Brinell sertlik testinin şematik gösterimi**

(Yanıkoglu ve ark. (185)'ndan alınmıştır.)

### Rockwell Sertlik Testi

Birimi bir harf ve rakamlar kullanılarak ifade edilir. Burada çelik bilye yerine konik bir elmas uç kullanılır. Test yapılırken öncelikle malzemeye ön ağırlık olarak adlandırılan daha hafif bir yük uygulanır (Şekil 11). Bu aşamada materyal üzerinde oluşan derinlik ölçülür ve bu süre sonunda ön yükleme materyal üzerinde kalana kadar asıl ağırlık kaldırılır ve bu aşamada derinlik tekrar ölçülür. Rockwell testinin avantajı sertlik değerinin doğrudan cihaz üzerindeki bir kadranlı gösterge ile ölçülebilmesidir. Ön yükleme ihtiyacı gerçek ağırlık kaldırıldıktan sonra iz kaybı olasılığı ve ölçüm tekniğinin zaman alması dezavantajlarıdır (206).

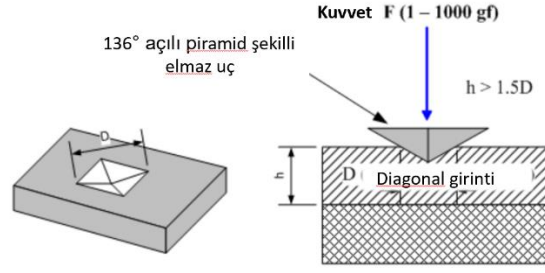


**Şekil 11. Rockwell sertlik testinin şematik gösterimi**

(Clinton ve ark.(207)'ndan alınmıştır.)

### Vickers Sertlik Testi

Bu testte kare tabanlı piramidal bir uç kullanılır. Malzeme üzerinde elde edilen iz bir karedir. Yükün kaldırılmasından sonra malzeme yüzeyinde kalan girintinin iki köşegeni bir mikroskop kullanılarak ölçülür ve ortalamaları hesaplanır (Şekil 12). Ölçüm çözünürlüğünü en üst düzeye çıkarmak için girintiler mümkün olduğunca büyük olmalıdır. Modern cihazlar girintilerin otomatik olarak ölçülmesini sağlayarak operatör hatalarını azaltır. Bu yöntemin en önemli avantajları elmas ucun zamanla deforme olmaması ve doğru ölçümler yapmasıdır (208).

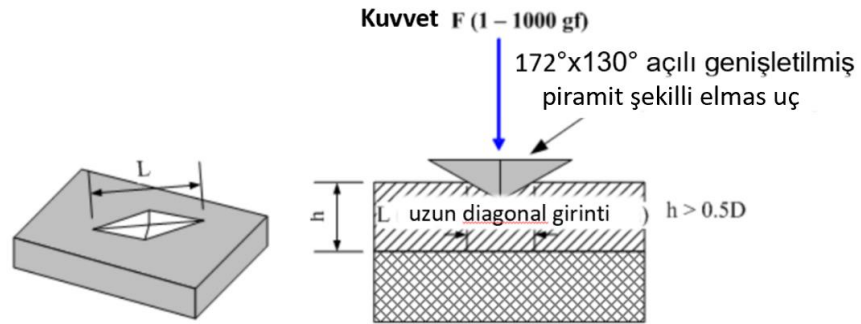


**Şekil 12. Vickers sertlik testinin şematik gösterimi**

(Clinton ve ark.(207)'ndan alınmıştır.)

### **Knoop Sertlik Testi**

Önceden belirlenmiş bir test kuvveti, piramit şeklindeki bir elmas uç ile belirli bir bekleme süresi boyunca uygulanır (Şekil 13). Bu test, uca değişen yükler uygulanabilecek şekilde tasarlanmıştır bu da birçok kategorideki dental malzemenin test edilmesini sağlar. Dezavantajı ise incelenecek olan materyal yüzeyinin dümdüz ve iyi polisajlı olması gerekir (209).



**Şekil 13. Knoop sertlik testinin şematik gösterimi**

(Clinton ve ark.(206)'ndan alınmıştır.)

- **Yorulma (*Fatigue*) Testleri**

Yorulma tekrarlayan kuvvetlere maruz kalan materyallerin hasarlanması daha sonra da kırılmasına neden olur. Dental anlamda çiğneme sırasında döngüsel yükleme dönemlerine maruz kalan malzemeler için en önemli özellik olabilir. Yorulmanın keskin kenarlar, oluklar, yüzey ve iç kusurlar ve diğer kusurlar gibi yüksek stres konsantrasyonlarına maruz kalan bölgelerden başlaması daha olasıdır. Yorulma testi genellikle oldukça emek gerektirir ve pahalıdır, çünkü tamamen karakterize etmek için çok fazla zaman ve malzeme gerektirir (210). Ayrıca malzemenin döngüsel dönmesi nedeniyle oluşan stres olarak da tanımlandığı için endodontide özellikle rotary aletler üzerinde incelenen bir terimdir.

#### **Yorulma Direnci/Limiti Testi**

Yorulmayı ölçmek için en yaygın yöntem, belirli bir frekansta döngüsel olarak gerilime yüklemektir. Test, malzemenin çekme gerilimine yakın yüksek bir gerilimle başlatılır ve malzeme kırılarak başarısız olana kadar devam eder ve bunun için gerekli döngü sayısı kaydedilir. Daha sonra yeni bir numune biraz daha düşük bir gerilimde test edilir ve tekrar başarısız olana kadar test edilir. Bu işleme devam edilir, başarısızlığa kadar olan döngü sayısı kaydedilir ve başarısızlığa kadar olan döngülerin loguna karşı stres eğrisi çizilir. Bazı stres seviyelerinde, numune sonsuz bir süre boyunca, belki de 10 milyon döngü veya daha fazla, başarısızlık olmadan yüklenebilir (211).

Bu stres, yorulma direnci (*fatigue resistance*), dayanıklılık sınırı (endurance limit) veya yorulma mukavemeti (*fatigue strength*) olarak gösterilir. Daha sonra bir malzeme, yorulma koşulları altında başarısız olmamasını sağlamak için asla bu değerin üzerine çıkmayan stres değerlerinde çalışacak şekilde tasarlanabilir (212).

### **Yorulma Dayanımı-Merdiven Yöntemi**

Merdiven yönteminde, tipik olarak bir destek olan bir numune, malzemenin kırılma mukavemetinin yarısına yaklaşan bir gerilme seviyesinden başlayarak 3 noktalı veya 4 noktalı eğilmede test edilir. Döngü yüklemelerinin seçimi biraz keyfidir, ancak numunenin potansiyel olarak iç hasar oluşturmaya yetecek kadar döngüsel strese maruz kalmasını sağlamak için yeterli olmalıdır. İlk numune başarısız olursa, yük seviyesi ikinci numune için aynı miktarda azaltılır. Malzemenin yorulma dayanımına odaklanmak amacıyla test edilen yükte kırılmaya bağlı olarak gerilimi yükseltir ve düşürür (169).

Bu test yöntemi yorulma direnci testinden daha ekonomiktir, basit bir destek numune olarak kullanılabilirdiği için gerçekleştirilmesi daha kolaydır (213).

### **2.7.2. Dentinin Yüzey Analiz Yöntemleri/Yüzey İnceleme Yöntemleri (Yüzey Pürüzlülüğü Testleri)**

Yüzey pürüzlülüğü, diş hekimliğinde yapılan restorasyonlarda pürüzsüz yüzeylerin elde edilmesi ağız sağlığı ve estetik ihtiyaçlar açısından çok önemlidir (214). Ayrıca; yüzeyin pürüzsüz olmasının sürtünmeyi azalttığı için sonrasında oluşabilecek aşınmayı da azalttığı ve klinik performansı artırabileceği de tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm yöntemleri: Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde optik veya mekanik sensörlü cihazlar kullanılmaktadır (215).

- **Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)**

Çok ince (10 µm) bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca bir noktadan diğerine hareket etmesi prensibiyle çalışır. SEM, bir yüzeyde meydana gelen ve incelenebilecek çizik ve bozulmalar olduğunda en sık kullanılan

yöntemlerden biridir. Ancak; yüzey topografyasının tanımlanmasında bazı sınırlamaları vardır ve üç boyutlu yüzey özelliği gösterilemez (216).

Diğer yöntemlerle beraber kullanılarak mevcut sonuçların doğrulanması amacıyla da kullanılabilir. En büyük dezavantajı kesit alırken oluşabilecek boşlukların ölçüm esnasında hatalara neden olabilmesidir (217).

- **Profilometreler**

Optik profilometreler üç boyutlu ölçüm sağlayan cihazlar olup topografyasının doğal karakterini gösterilebilir. Yüzey ile mekanik temas yoktur ve optik ışınlar kullanılarak tarama yapılır. Cihaz, yüzey üzerinde belirlenen referans noktaları arasındaki mesafede ölçümü gerçekleştirir. Cihazın optik işaretleri 100  $\mu\text{m}^2$  'lik bir alanda birkaç nanometre çözünürlük sağlayabilmektedir (218).

Mekanik profilometreler iki boyutlu ölçümler yapar ve boyutları numune yüzeyinden belirli bir sabit doğrusal mesafede olan bir elmas nokta ile yüzeye temas ederken yüzeyi tarayarak çalışır. Sensör X eksenini boyunca hareket eder ve dikey eksenindeki yükseklik farklarını makinenin dönüşüm sistemini referans alarak hesaplar. Bu nedenle; çalışılan bölgedeki yüzeyin ve sensörün Y ekseninin paralelliği dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır (219). Mekanik profilometrelerin sensörleri, bir elmas uç yardımıyla enine 20-50  $\mu\text{m}$  çözünürlükte taranır. Yüzeydeki olukların değerleri etkilememesi için ölçümler çeşitli açılardan yapılmalıdır (220).

- **Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)**

AFM, dış hekimliğinde son yıllarda oldukça popülerlik kazanmış bir tekniktir. Çalışma prensibinde örnek yüzeyi çok ince bir kaldıraç (nokta) yardımıyla taranır. AFM tekniğinde kullanılan nokta genellikle 40-60 nm çapındadır ve AFM noktası yüzeyi tararken, AFM nokta ile yüzey arasındaki etkileşimi kaydeder (221).



- **Mikro CT Yöntemi**

X-ışını mikro bilgisayarlı tomografi (mikro-BT) son zamanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (222). Tüm numunenin 3D rekonstrüksiyonuna izin verir. Farklı yapıların, X-ışınına atenuasyon derecelerine göre sonuçlar bir dizi gri tonlama değerine dönüştürülür. Mikro CT yöntemi ile diğer geleneksel tekniklerin temel dezavantajlarından birini avantaj haline getirerek yüzey incelemesinde 3D kantitatif değerlendirmesinin elde edilebileceğini göstermiştir (223).

- **Spektrofotometrik analiz**

Spektrofotometreler genellikle restoratif ve protetik diş çalışmalarında incelenen materyalin renklerinin ölçülmesinde sıklıkla kullanılır (224, 225). Ultraviyole-görünür (UV-Vis) spektrofotometri incelenecek materyalde yakın-UV (180-390 nm) veya görünür (390-780 nm) radyasyonun absorpsiyonu ile ilgili bir tekniktir. Genel olarak, UV-Vis aralığında absorpsiyon gösteren, yapılarında kromoforlar ve yardımcı bileşikler için ölçümler yapılır (226). Kantitatif analizler için en yaygın kullanılan tekniklerden biridir ve malzemenin karakterizasyonu ve değerlendirilmesi için mükemmel bir analitik araçtır (227).

### 2.7.3. Dentinin Kimyasal Karakteri/Elemental İnceleme Yöntemleri

- **X-ışını Spektroskopisi**

X-ışınları kullanan yöntemler, test numunesinin yüzeyine yakın veya yüzey olan küçük bir alandaki element bileşiminin analizine izin verir. Örneğin, yüksek sıcaklığın farklı dental malzemeler üzerindeki etkileri, mikroyapısal ve elementel bileşimlerindeki değişiklikleri tespit ederek ve eser elementlerin içeriğini belirlemek için X-ışını spektroskopisi kullanılarak gözlemlenir. Dental materyallerin element

analizleri ile ayırt edilebilmesi, tanımlama süreci üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (228, 229).

X-ışınları,  $10^{-9}$ – $10^{-12}$  cm dalga boyu aralığını kapsayan elektromanyetik dalga spektrumunun bir bölümünü oluşturur. X-ışını tüpünde, katot tarafından yayılan ve elektrik alanında yüksek bir hıza kadar hızlandırılan bir elektron demeti ile anodun (anti-katot) bombardımanı sırasında üretilirler. Anot malzemesinin X-ışını spektrumu, belirli bir element için karakteristik olan karşılık gelen elektron geçişleriyle ilişkili çizgilerden oluşur. X-ışını analizi, ayrı çizgilere bölündükten sonra mümkündür. X-ışınları bir spektrometre ile tespit edilebilir. Analiz nokta nokta gerçekleştirilebilir veya haritalanabilir. Element analizleri, standart referans malzemelerle karşılaştırılarak belirlenir (230-233).

- ***Energy dispersive spectroscopy (EDS) analizi***

Enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) dental araştırmalarda element analizi için yaygın olarak kullanılan analitik bir tekniktir (234). Yukarıda anlatılan X-ışını spektroskopisi yöntemlerinden enerji dağılımlı spektrometre (EDS) yöntemi, gelen radyasyonla aynı enerjiye sahip malzemeyi terk eden X-ışınlarının yoğunluğunun ve saçılma açılarının ölçülmesine dayanır (235).

- ***X-ray diffraction analysis (XRD)***

XRD testinde çoğunlukla katılar kullanılır bu materyallerin kristal yapısı hakkında bilgi edinmek için sıklıkla bu yöntemle başvurulur. İncelenecek preparat düz ve pürüzsüz bir yüzeye sahip olmalıdır. Preparatı şekillendirme tekniği, alüminyum tutucudaki pencerenin bir toz numunesi ile doldurulması ve cam plakanın preparat yüzeyine hafifçe bastırılmasından oluşur [215, 216].

- **Elektron Probu Mikroanalizi (EPMA)**

Elektron prob X-ışını mikroanalizi (EPMA), katı malzemelerin element bileşimini, yatay ve derinlemesine yaklaşık bir mikrometre uzamsal ölçekte kalitatif olarak belirlemek ve kantitatif olarak ölçmek için kullanılan modern bir tekniktir. EPMA, elektron uyarımlı X-ışını emisyonu ve X-ışını spektrometrisinin fiziksel mekanizmasına dayanmaktadır (236).

Kantitatif element analizi, bir elektron ışınının numune üzerindeki bir noktaya odaklanması ve ardından numunedeki elementlerin karakteristik X-ışını çizgilerinin yoğunluğunun bilinen bileşimdeki standartlarla karşılaştırılması ve numune ile standart arasındaki matriks etkilerindeki farklılıkların düzeltilmesi yoluyla gerçekleştirilir (237).

Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, EPMA dehidrasyon ve yüksek vakum koşulları da dahil olmak üzere daha kapsamlı bir numune hazırlama süreci gerektirir. Ancak günümüzde dental araştırmalarında, EPMA hem mine hem de dentinin mineral içeriğindeki değişiklikleri belirlemek için başarıyla kullanılmıştır (238, 239).

- ***Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry /ICP-AES***

Endüktif eşleşmiş plazma-atomik emisyon (ICP-AES) çok yönlü ve elemental analiz tekniklerindedir. Biyolojik örneklerdeki eser elementlerin belirlenmesi için en cazip tespit sistemlerinden biri haline gelmiştir (240, 241). Bu teknikte moleküler bağlar büyük ölçüde yok edilir ve birçok elementi iyonize etmek için kullanılır. Yüksek uyarma derecesi, yüksek atomizasyon verimi ve dolayısıyla hassaslığı yüksek sonuçlar elde edilir. Atomların uyarılmış halden daha düşük enerjili hale dönerken yaydığı ışık, ekipmana bağlı olarak bir polikromatör veya bir monokromatör tarafından bir çizgi spektrumuna ayrıştırılır ve bu ölçümlere göre değerlendirme yapılır (242).

İrrigasyon solüsyonlarının kök dentininin mineral içeriği üzerinde etkilerini, özellikle kalsiyum ve fosfor seviyelerini azalttığını kanıtlayan güncel çalışmalarda bu teknik kullanılmıştır (243).

SEM ve XRD yöntemlerine göre avantajlarından biri ölçümlerin tam olarak aynı noktada tekrarlanmasının mümkün olmasıdır. Ayrıca numunelerin polisajlanması gerekli değildir. En önemli avantajı da aynı anda birden fazla elementi analiz edebildiği için zaman tasarrufu sağlamasıdır (244, 245).

- ***Laser-induced breakdown spectroscopy /LIBS***

Hedef malzemenin yüzeyine uygulanan kısa süreli yüksek güçlü lazer darbeleri tarafından üretilen lazer kaynaklı plazmalardan gelen spektral emisyonun analizine dayanan bir atomik spektroskopi tekniğidir (246). Plazmanın yüksek sıcaklığı nedeniyle numune, karakteristik dalga boylarında ışık yayan atomlara ayrılır. Emisyon spektrumu fiber optikler ile toplanır ve spektrometreye yönlendirilir. Böylece spektral sinyaller oluşturulur ve çok elementli analiz gerçekleştirilir. Bu teknikte numune hazırlamaya gerek yoktur veya minimumdur ve numune boyutu ve şeklinde herhangi bir sınırlama yoktur (247). Yüzeylerin uzaysal dağılım profilleri ve derinlik profili olarak kimyasal görüntülenmesi, yüzeylerin yanı sıra alt tabakaların bileşiminin haritalanmasına ve katman katman analiz karakterizasyonuna izin verir (248).

Güncel çalışmalarda LIBS analizi, SEM/EDS analizi ile önemli bir pozitif korelasyon göstermiş ve kök kanalı dentinin element bileşimi için veri sağlarken güvenilir bir yöntem olduğu kanıtlanmış olup kanal irrigantlarının kök kanal dentininin daha derin katmanlarının mineral içerik değişimi üzerindeki etkisini analiz etmek için kullanılabilir (249).

- ***Time of flight secondary ion mass spectroscopy (TOF-SIMS)***

Moleküler bileşiklerle ilgili bilgi sağlayan yüzey özelliklerini analiz etmek için kullanılan kalitatif bir tekniktir, tipik olarak numunenin en dış yüzeyinden çok daha büyük organik makromoleküllerin parçalarıdır (250). Bu tekniğin avantajı yüksek kütle çözünürlüğü ve elementleri nicelendirme olasılığıdır. Bu ekipman sınırlı optik yeteneklere sahiptir; pozitif veya negatif iyon verilerinin toplanmasında zorluklar yaşanır ve numunenin türüne bağlı analiz süresi uzayabilir. Bu teknik XPS tekniğini tamamlayıcı bilgiler sağlamaktadır (250, 251).

#### **2.7.4. Biyolojik Testler**

Antimikrobiyal aktivite testi (disk difüzyon, well difüzyon); bu yöntem, antimikrobiyal ajanlarla doyurulmuş kağıt disklerin bir agar besiyerinin yüzeyine ekilmiş bir bakteri kümesi üzerine yerleştirilmesi, plakanın bir gece boyunca inkübe edilmesinden sonra disklerin etrafında bir inhibisyon zonunun varlığının veya yokluğunun ölçülmesinden oluşur (252). Bu yöntem, test edilen materyalin kimyasal özelliklerinin işlem sırasında değişmemesi ve ayrıca tekniğe daha az duyarlı olması gibi bir avantaja sahiptir (253).

Koloni oluşturan birim tahlili (*Colony forming unit assay, CFU*), koloni oluşması için gerekli inkübasyon süresinin sonunda dentin disklerindeki koloniler sayılarak materyaldeki canlı hücre sayısı hesaplanır (254, 255).

MIC (Minimal İnhibisyon Konsantrasyon) ise belirli bakteri suşlarının uygulanan antibiyotiğe karşı in vitro duyarlılık veya direnç düzeylerini tanımlar (256). Özellikle intrakanal medikamentlerinin etkinliklerini değerlendirirken kullanılan bir testtir (257, 258).

Minimal bakterisidal konsantrasyon (MBK), mikroorganizmayı öldürmek için gereken en düşük antibakteriyel madde konsantrasyonudur (259). Nanopartiküllerin

kanal içindeki mikroorganizmlara karşı potansiyel bakterisidal etkilerini incelerken bakılan parametreler arasında yer alır (260).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada endodonti alanında yüksek kabul gören üç uluslararası endodonti dergisinin, *Australian Endodontic Journal* (2022 yılında Impact factor: 1.719), *Journal of Endodontics* (2022 yılında Impact factor: 4.422) ve *International Endodontic Journal* (2022 yılında Impact factor: 5.165) çalışma kapsamına alınması ve 2001-2007 ve 2006-2022 dönemleri arasındaki yayınların değerlendirilmesine karar verilmiştir. Daha sonra indeks değeri diğerlerine göre göreceli olarak düşük ve diğer ikisinden farklı olarak üç ayda bir yayımlanması nedeniyle *Australian Endodontic Journal* çalışma kapsamının dışında bırakılmıştır. Bu yayınlar taranırken birtakım kriterler esas alınarak bazı araştırmalar çalışmaya dahil edilirken bazıları çalışma dışında bırakılmıştır.

#### Dahil Edilen Yayın Türleri

-Klinik araştırmalar (standardize edilmiş randomize klinik çalışmalar, kohort çalışmaları, kesitsel çalışmalar)

-Temel araştırmalar (biyolojik ve teknolojik)

-Klinik teknikler, vaka raporları, vaka serileri

-Rejeneratif çalışmalar (2001-2007 arası IEJ da bu başlık bulunmasa da temel araştırmalar ve vaka raporlar başlığı altında rejeneratif çalışmalar olmakta olup taramalarda tespit edilmiştir)

-Derlemeler (sistemik derlemeler, *umbrella review*, meta-analiz, literatür analizi ve kalite değerlendirmesi, kitap derlemeleri, yönergeler)

-Poster sunumları (Amerika Endodonti Derneği ve Avrupa Endodonti Derneklerine ait kongrelerdeki)

-Anketler

-Deneysel çalışmalar (fiziki bilimsel araştırma)

-Yetkin görüşü (*position statement*).

### **Dahil Edilmeyen Yayın Türleri**

-Dergi düzeni (issue information)

-Başmakale (*editorials*)

-Dernek haberleri

-Dizgi düzeltmesi (*erratum*), yazım hatası/düzeltilme

-Akademik ithaf (*in memoriam*)

-Mezunniyet öncesi/sonrası endodonti eğitimine ait rehberler

-Editöre notlar, editör uyarısı

-Uluslararası endodontik bildirimleri ve etkinlik takvimi, duyurular.

### **3.1. Yayınların değerlendirilmesi**

Araştırmamız 2 aşamalı olarak yürütülmüştür. Bibliyometrik analiz için ulaşılabilir bir araç olan ve güncel çalışmalarda etkin bir şekilde kullanılması nedeniyle tüm veriler için çevrimiçi platform WoS'a (<http://www.webofknowledge.com>) başvurulmuştur. Terimler ve arama stratejisi, endodonti ve/veya bibliyometri alanında deneyimli iki araştırmacı tarafından kurgulanmıştır. Konuyla ilgili terimler kullanılarak detaylı bir arama stratejisi yürütülmüştür.

VOSviewer 1.6.6.0 yazılımı (Center for Science and Technology Studies, Leiden University, The Netherlands; <https://www.vosviewer.com> adresinden erişilebilir)



anahtar kelimelerin birlikte kullanımlarına dayalı bir bibliyometrik ağ haritası oluşturarak WoS'tan indirilen verileri analiz etmek için kullanılmıştır. Noktaların boyutu, analiz edilen anahtar kelimelerin sıklığını temsil eder; sonuç olarak, daha büyük düğümler daha yüksek bir sıklıkla ilişkilendirilir. Ayrıca, bağlantının kalınlığı iki noktanın arasındaki etkileşimlerin ilişkisini yansıtırken, renkleri anahtar kelimenin ait olduğu kümeyi göstermektedir.

Yapılan elektronik taramada ilişkilendirilmiş eserler incelendiğinde sadece anahtar kelimeler kullanarak elde edilen sonuçlarda, çalışmanın hedefi ile uyumlu olmayan verilerin de olduğu fark edilmiş bu nedenle 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasındaki aylık dergiler bir kez de tek tek incelenip International Endodontic Journal için "<https://onlinelibrary.wiley.com/loi/13652591>" web sitesi ve Journal of Endodontics için "<https://www.jendodon.com>" web sitesinden yararlanılarak içerik olarak çalışmayla uyumlu olmayan araştırmalar bu analiz dışında bırakılmıştır.

Sonuç olarak bilimsel olarak kabul gören, etki faktörü (impact factor) yüksek dergilerde yayımlanmış eserler yukarıdaki parametreler esas alınarak elektronik ortamda analiz (WoS) ve elle analiz olmak üzere iki hekim tarafından iki farklı zaman aralığında taranmıştır.

Çalışmanın hedefi doğrultusunda, yapılan incelemede önce her iki derginin 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında aylara göre yayın sayıları belirlendi ve bu yayınlar kategorize edilerek elde edilen verilerle tablolar oluşturuldu. Bu tablolarda oluşturulan ana başlıklar şu şekildedir;

- Dergilerin mevcut kategorileri:
  - Bu kategorilerde yayınlanan eserlerin yıllara göre yayın dağılımı,
  - Bu kategorilerde aylara göre yayın dağılımı,
- Mevcut yayınlar içinde kemomekanik (kimyasal) preparasyon sonrası kullanılan kimyasallara ait yayınların kategorileri:

- Araştırmalara konu olan irrigantlar
- Dentini inceleme teknikleri şeklindedir.

### 3.2. Verilerin Analizi

Elde edilen veriler sayı ve yüzde ile özetlenmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Web of Science Üzerinden Yürütülen Elektronik Tarama

#### 4.1.1. Araştırmaya Dahil Edilen Makale Sayısı

WoS üzerinden yapılan elektronik taramada ilk olarak dört ana arama grubu oluşturuldu:

Q1: (TS=(endodontics)) OR TS=(root canal)

Q2: (((((((((((((((((((((((((TS=(irrigation)) OR TS=(instrument)) OR TS=(preparation)) OR TS=(mechanical test)) OR TS=(mechanical properties)) OR TS=(strain)) OR TS=(shear)) OR TS=(fatigue)) OR TS=(stress)) OR TS=(push out)) OR TS=(tensile)) OR TS=(SEM)) OR TS=(CT)) OR TS=(antibacterial)) OR TS=(antimicrobial)) OR TS=(flexural)) OR TS=(strength)) OR TS=(dentin)) OR TS=(elemental)) OR TS=(structural)) OR TS=(EDS)) OR TS=(FTIR).

Q3: (SO=(JOURNAL OF ENDODONTICS)) OR SO=(INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL).

Q4: (((((((((((((((((((((((((TS=(nickel-titanium instrument)) OR TS=(nickel-titanium rotary)) OR TS=(ni-ti instrument)) OR TS=(ni-ti rotary)) OR TS=(protaper)) OR TS=(wave one)) OR TS=(reciprocation)) OR TS=(rotary)) OR TS=(cyclic)) OR TS=(m-wire)) OR TS=(fiber post)) OR TS=(file)) OR TS=(periodontal)) OR TS=(structure)) OR

TS=(stem cell)) OR TS=(MTA)) OR TS=(mineral trioxide aggregate)) OR TS=(regenerative)) OR TS=(scaffold)) OR TS=(resilon)) OR TS=(gutta-percha)) OR TS=(obturation)) OR TS=(canal filling)) OR TS=(ultrasonic)) OR TS=(sealer).

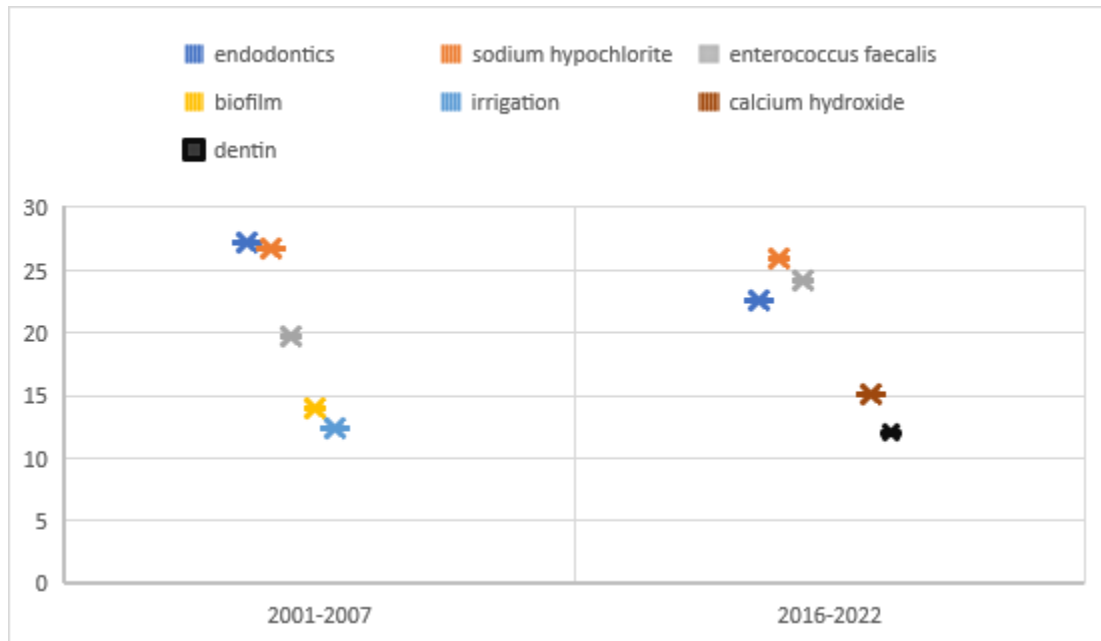
Yukarıdaki arama grupları ([Q1 AND Q2 AND Q3] NOT Q4) olarak birleştirildi.

Bu arama grupları 2001-2007 ve 2016-2022 yılları için ayrı ayrı da yapılarak tarama yapılmıştır. Bu aramalarda PY=(2001-2007) eklendiğinde 640 makale, PY=(2016-2022) eklendiğinde ise 634 makale elde edilmiştir. Toplam 1274 makale elde edilmiştir.

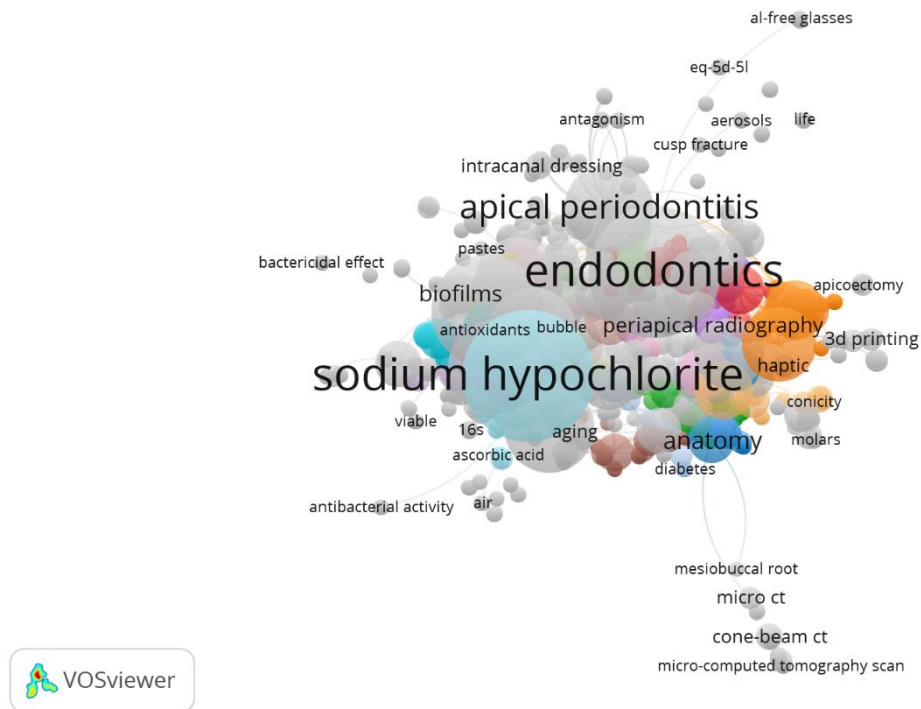
VOSviewer üzerinden yapılan taramada ağ haritaları oluşturulmuştur.

#### **4.1.2. Anahtar Sözcük Analizi**

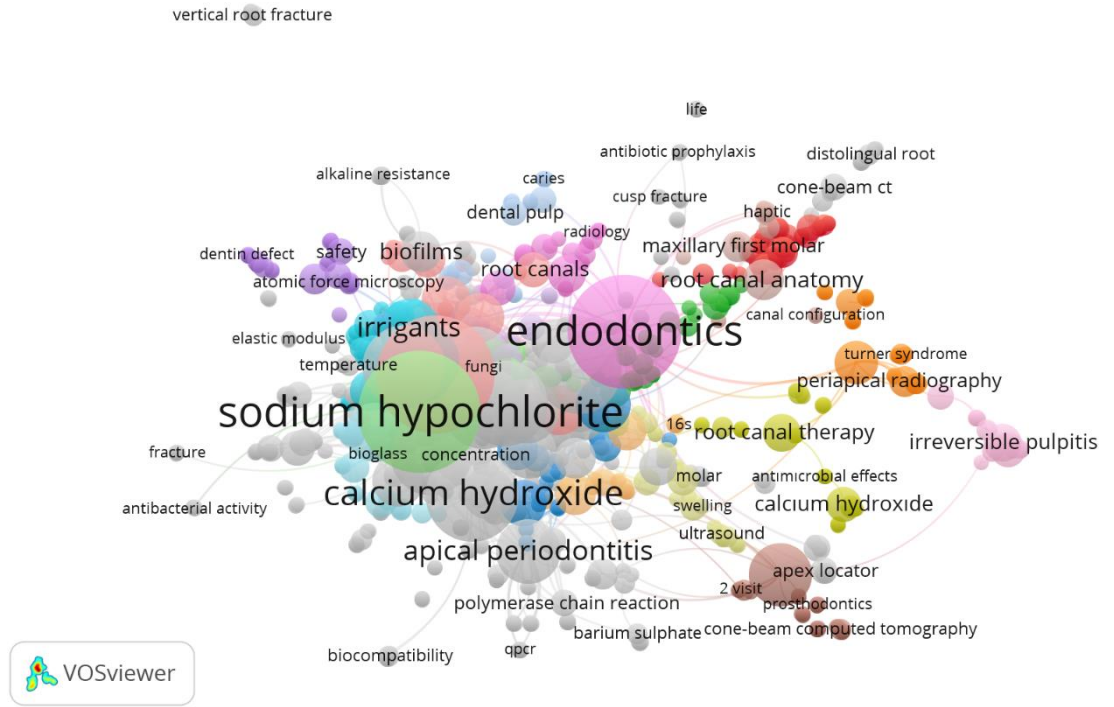
Hem 2001-2007 hem de 2016-2022 dönemleri beraber tarandığında en çok kullanılan ilk 5 anahtar sözcüğün yüzde grafiği Şekil.12 de gösterilmiştir. Vosviewer yazılımıyla elde edilen 2 döneme ait ağ haritaları da şekil 13 ve şekil 14' te gösterilmektedir.



Şekil 14. Her 2 dönemdeki yayınlarda en çok kullanılan ilk 5 anahtar sözcük grafiği



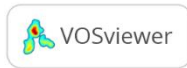
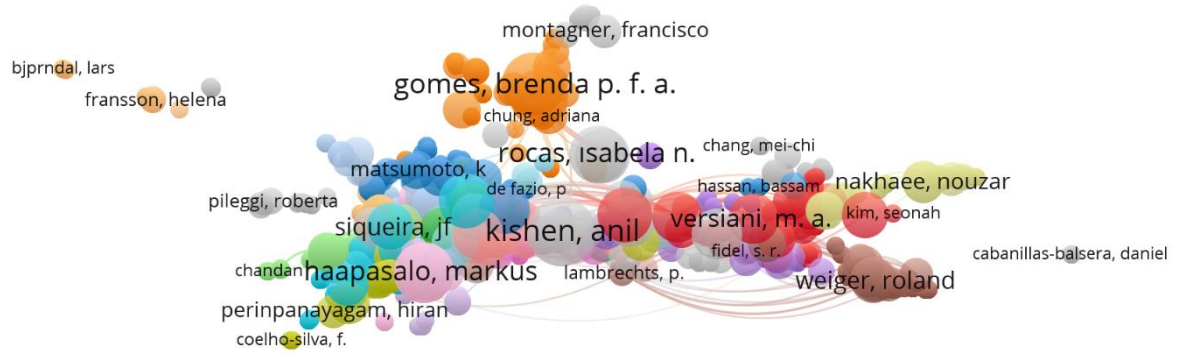
Şekil 15. 2001-2007 dönemindeki anahtar sözcük ağ haritası



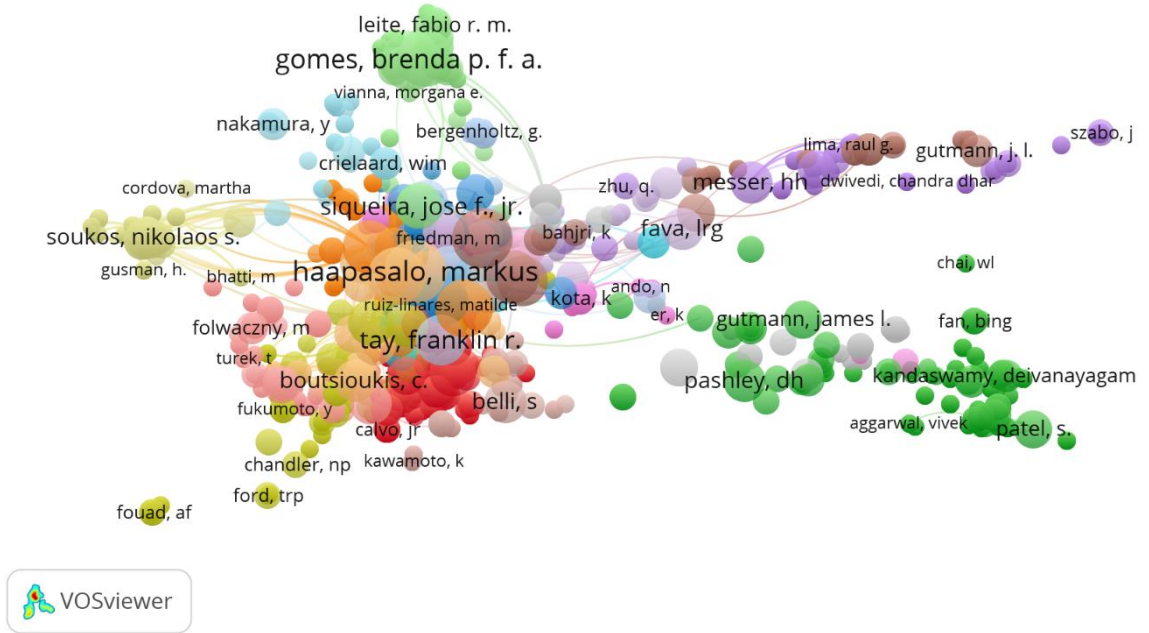
Şekil 16. 2016-2022 dönemindeki anahtar sözcük ağ haritası

#### 4.1.3. Yazarların atıf analizi

Bu analizde en az 1 yayın ve en az 1 atıf kriteri ile yazar atıf analizine dair ağ haritası çıkarılmıştır. Bu ağ haritalarıyla ilgili haritalandırmalar şekil 15 ve şekil 16 da görülmektedir.



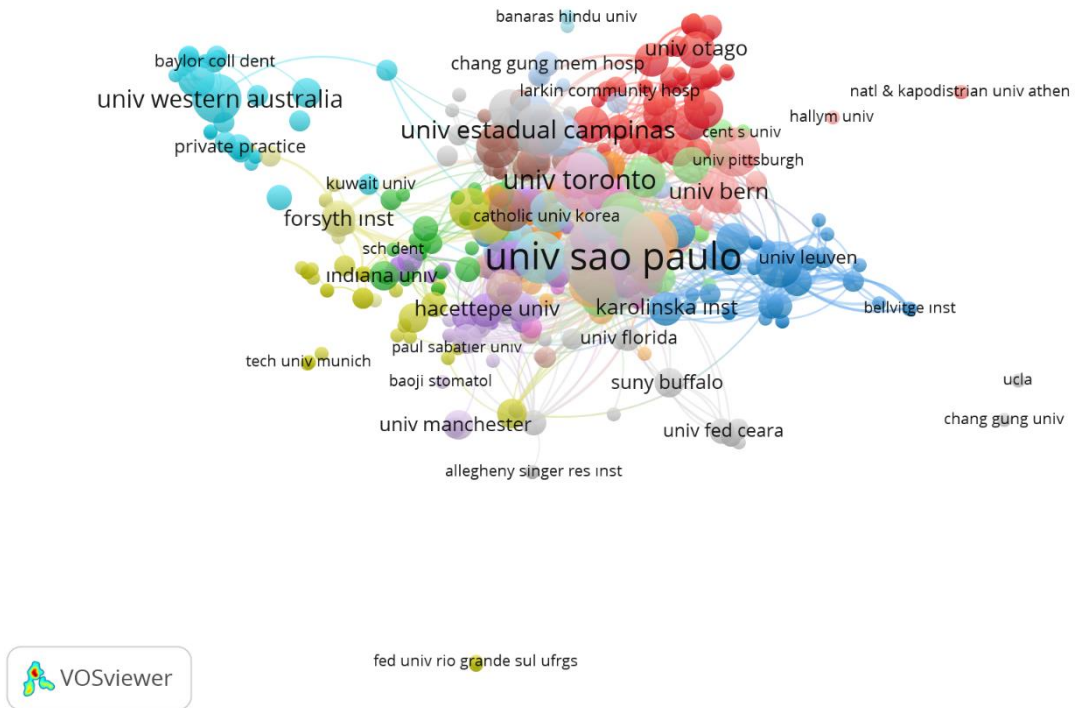
Şekil 17.2001-2007 dönemindeki yazarların atıf analizi



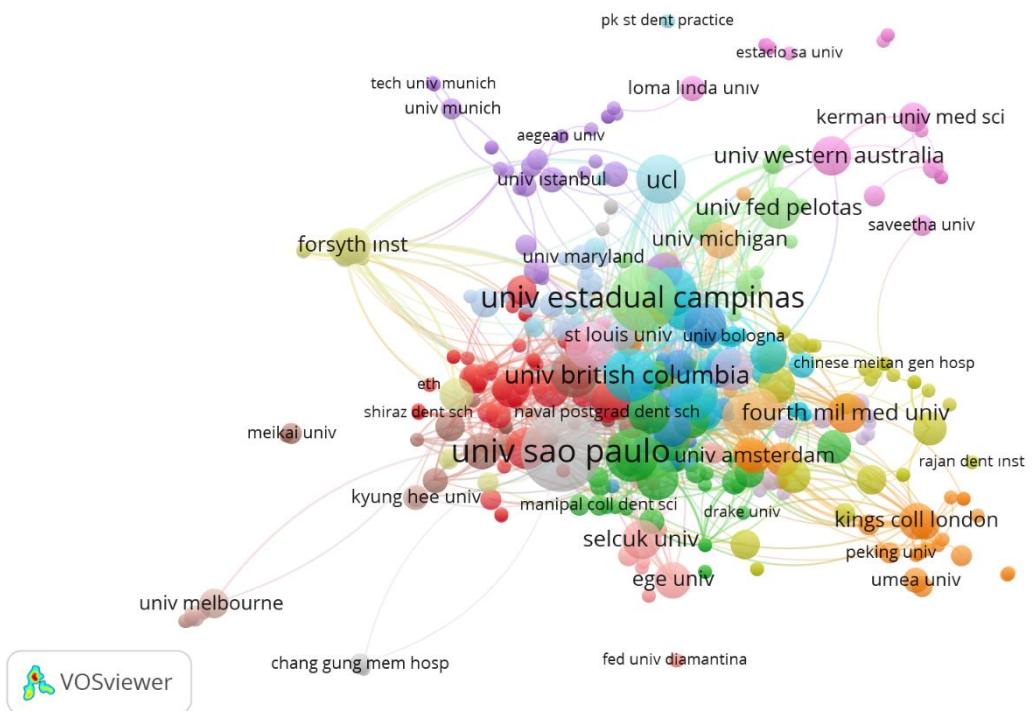
Şekil 18. 2016-2022 dönemindeki yazarların atıf analizi

#### 4.1.4. Kurum Atıf Analizi

Yayımlanan eserlerin çıktığı kurumlara ait ağ analizi yapıldığında bu dönemlerdeki ağ haritaları ise şekil 17 ve şekil 18 de incelenebilir.



Şekil 19. 2001-2007 dönemindeki kurum atıf analizi

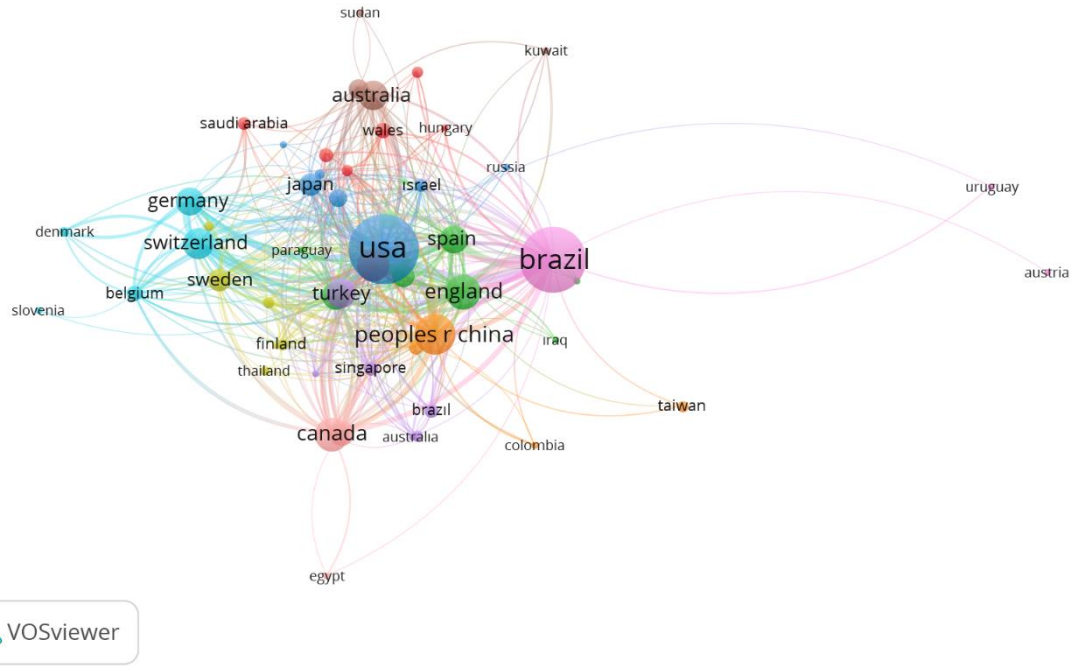


Şekil 20. 2016-2022 dönemindeki kurum atıf analizi

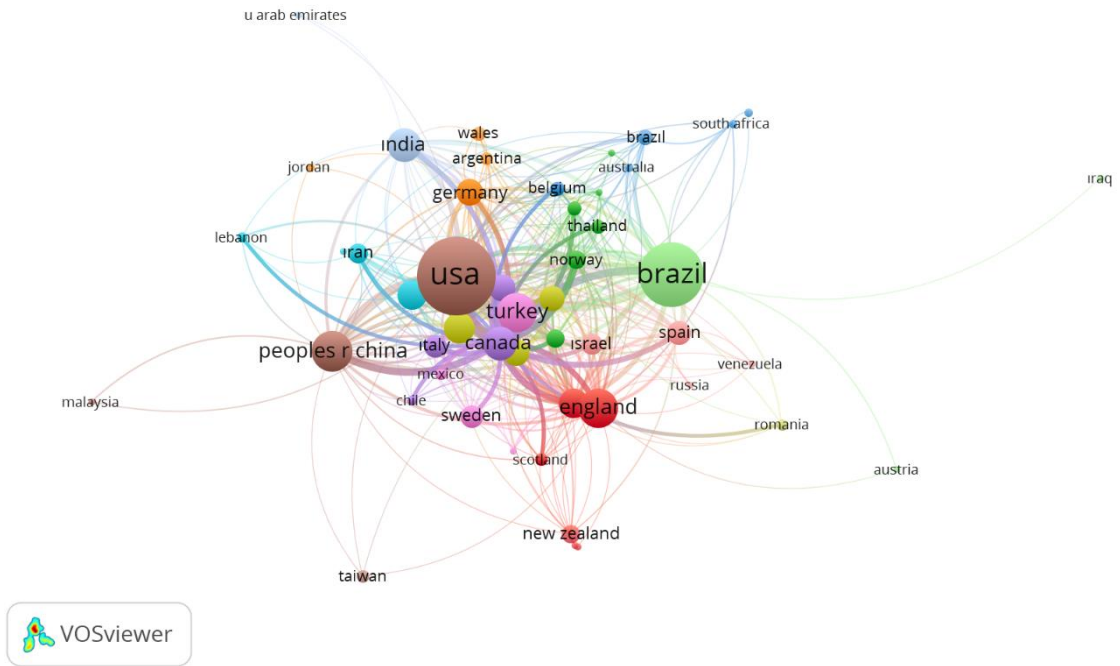


#### 4.1.5. Ülke Atıf Analizi

Yayınların menşei ülkelerine göre aldıkları atıflara dair yapılan analize dair ağ haritalandırmalarını şekil 19 ve şekil 20 üzerinden inceleyebilmekteyiz.



Şekil 21. 2001-2007 dönemindeki ülke atıf analizi



Şekil 22. 2016-2022 dönemindeki ülke atıf analizi

## 4.2. Dergilerin İçeriklerinin Manuel Taranması

### 4.2.1. Araştırmaya Dahil Edilen Makale Sayısı Ve Kategorileri

Araştırmacılar tarafından tek tek yapılan incelemede taramaya 4860 makale dahil edilmiştir. 2001-2007 arası International Endodontic Journal dan kriterlere uyan 809 makale, Journal of Endodontics den ise 1332 makale elde edilmiştir. 2016-2022 arası International Endodontic Journal dan kriterlere uyan 957 makale, Journal of Endodontics den ise 1762 makale incelenmiştir.

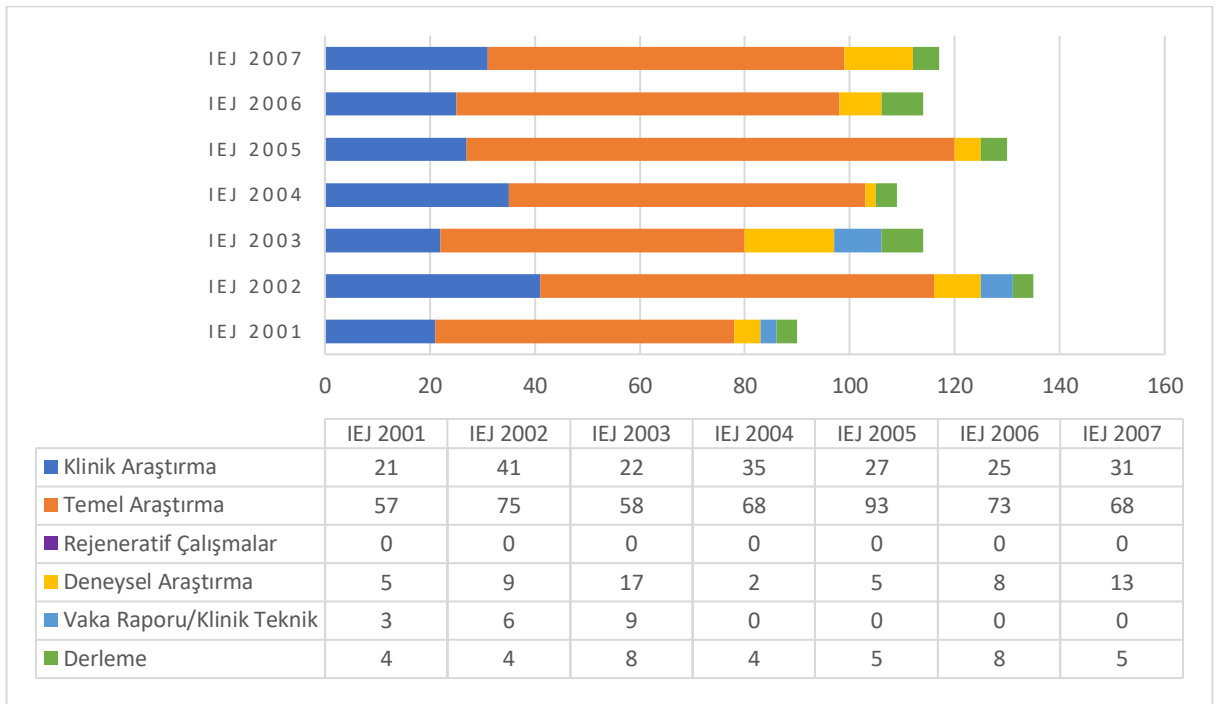
Çalışmanın hedefi doğrultusunda, yapılan incelemede önce her iki derginin 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında aylara göre yayın sayıları belirlendi ve bu yayınlar kategorize edilerek elde edilen verilerle tablolar oluşturulmuştur.

Klinik araştırmalara; kohort çalışmaları, randomize kontrollü çalışmalar, kesitsel çalışmalar dahil edilmiştir. Temel araştırmalara; biyolojik ve teknik araştırmalar dahil edilmiştir. Rejeneratifi konu olan araştırmalar IEJ dergisinde 2016-2022 yılları arasında ayrı başlık olarak bulunmasa da diğer kategoriler içerisinde yer almıştır, bu çalışmalar yayın taramasına sırasında tespit edilip bu başlık altına toplanmıştır. Deneysel araştırmalar, vaka raporu-serisi/klinik teknik de diğer kategorilerdendir. Son olarak derleme kategorisine ise sistematik derlemeler, *umbrella review*, meta-analiz, kitap derlemeleri, yönergeler, literatür analizi ve kalite değerlendirmeleri dahil edilmiştir.

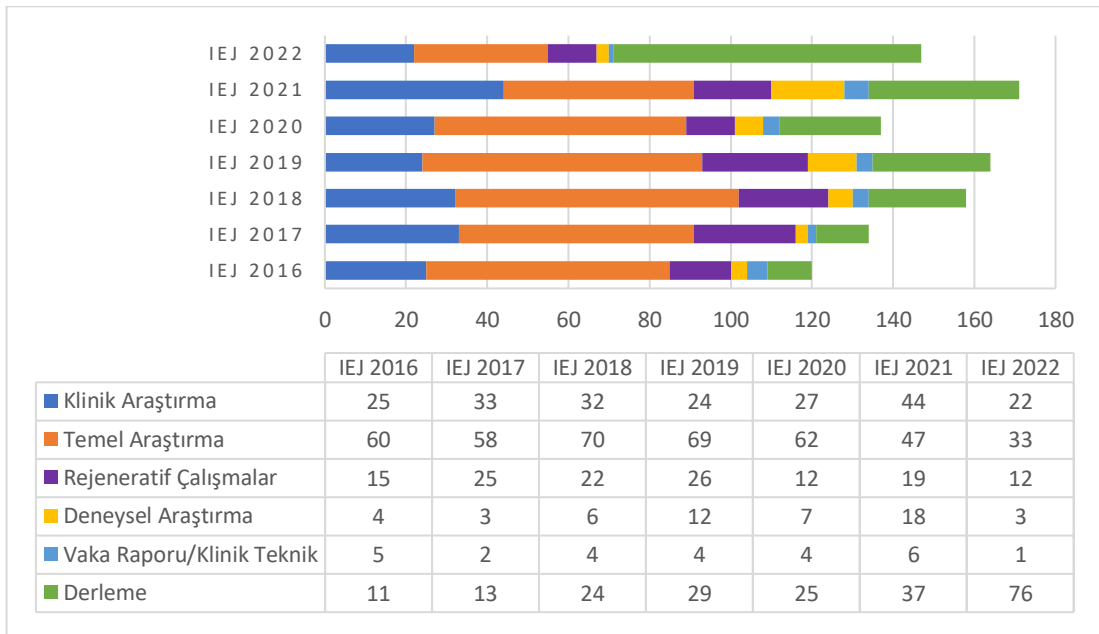
#### **4.2.2. Bu Kategorilerde Yayınlanan Eserlerin Yıllara Göre Yayın Dağılımı**

2001-2007 zaman aralığında ve 2016-2022 zaman aralığında yayımlanan makaleler değerlendirildiğinde, her iki dönemde ve her iki dergi incelendiğinde temel araştırma kategorisinde daha çok çalışıldığı görülmüştür. Tablo 1 ve Tablo 2 de IEJ' a ait gruplandırmalar görülmektedir. Tablo 3 ve Tablo 4'te ise JOE' ye göre gruplandırmalar bulunmaktadır.

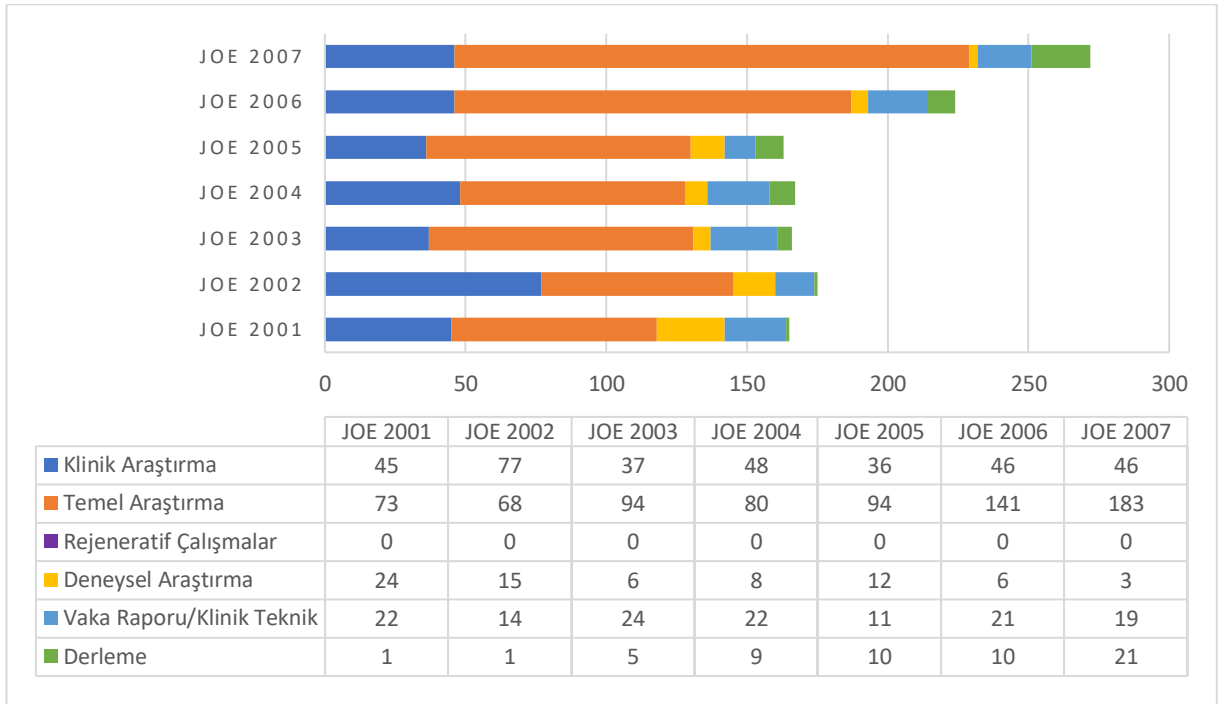
Tablo 1. IEJ de 2001-2007 yılları arasındaki kategorilere göre toplam yayın sayıları



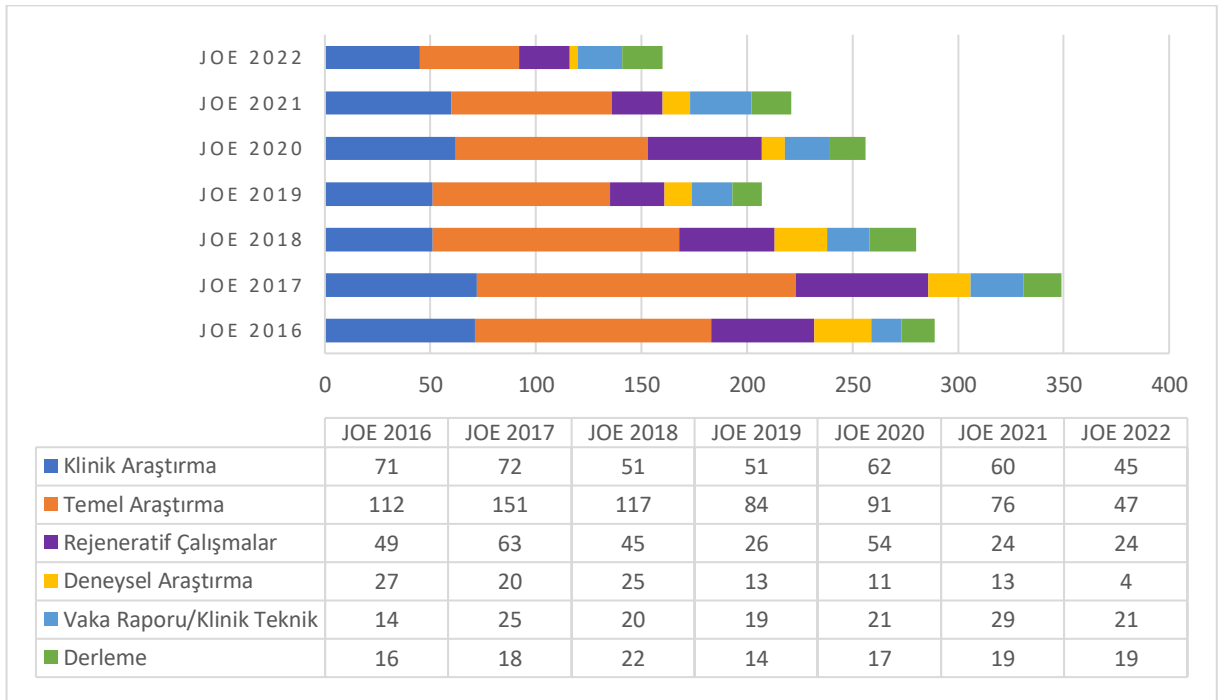
Tablo 2. IEJ de 2016-2022 yılları arasındaki kategorilere göre toplam yayın sayıları



Tablo 3. JOE de 2001-2007 yılları arasındaki kategorilere göre toplam yayın sayıları



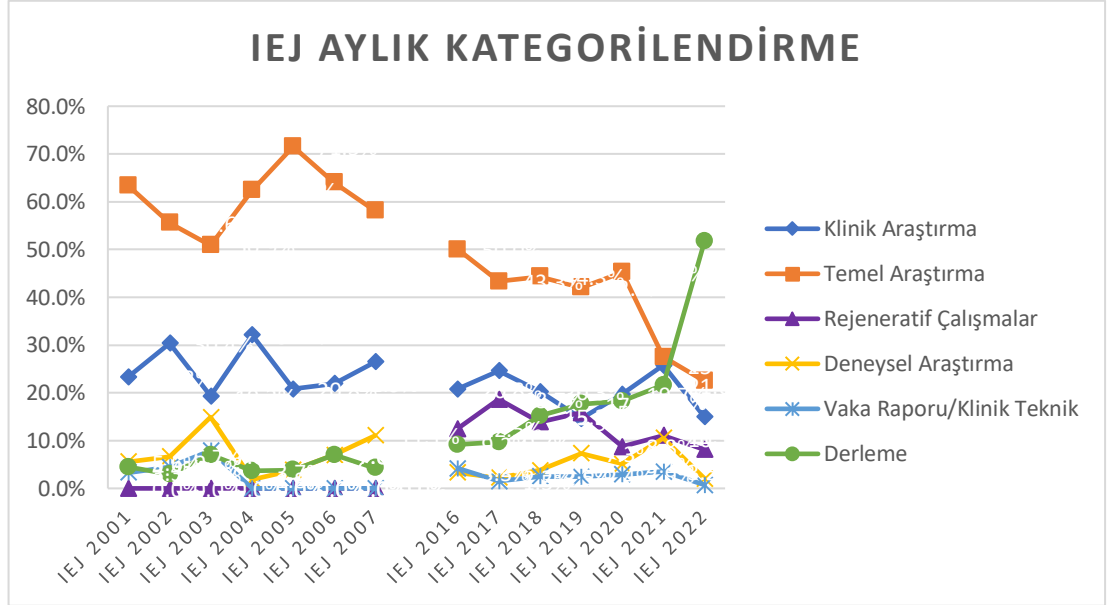
Tablo 4. JOE de 2016-2022 yılları arasındaki kategorilere göre toplam yayın sayıları



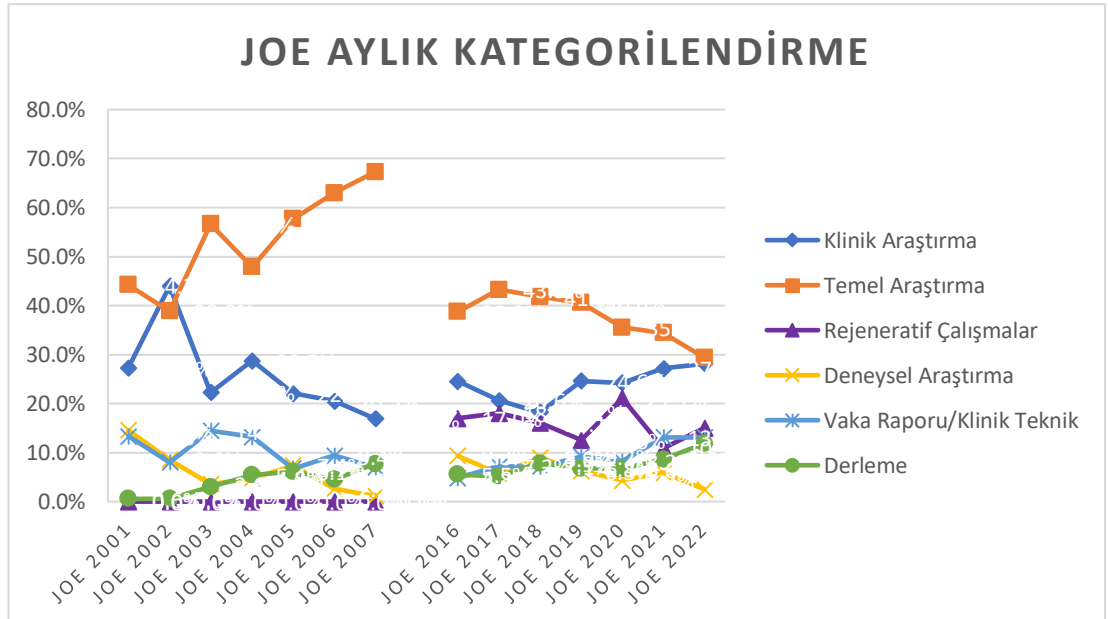
#### 4.2.3. Bu Kategorilerin Karşılaştırmalı Yüzelik Dağılımı

IEJ JOE dergisi her 2 zaman aralığında incelendiğinde oransal olarak yapılan analiz bulguları Tablo 5 ve Tablo 6 da incelenebilir.

**Tablo 5. IEJ da 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasındaki kategorilere göre yüzelik yayın oranları**



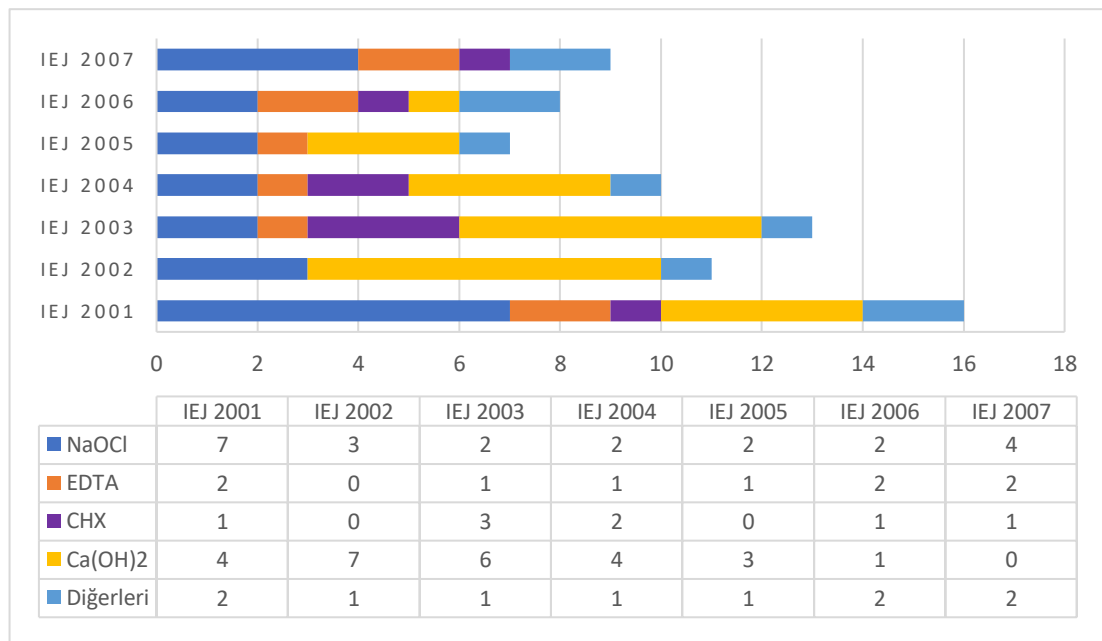
**Tablo 6. JOE de 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasındaki kategorilere göre yüzelik yayın oranları**



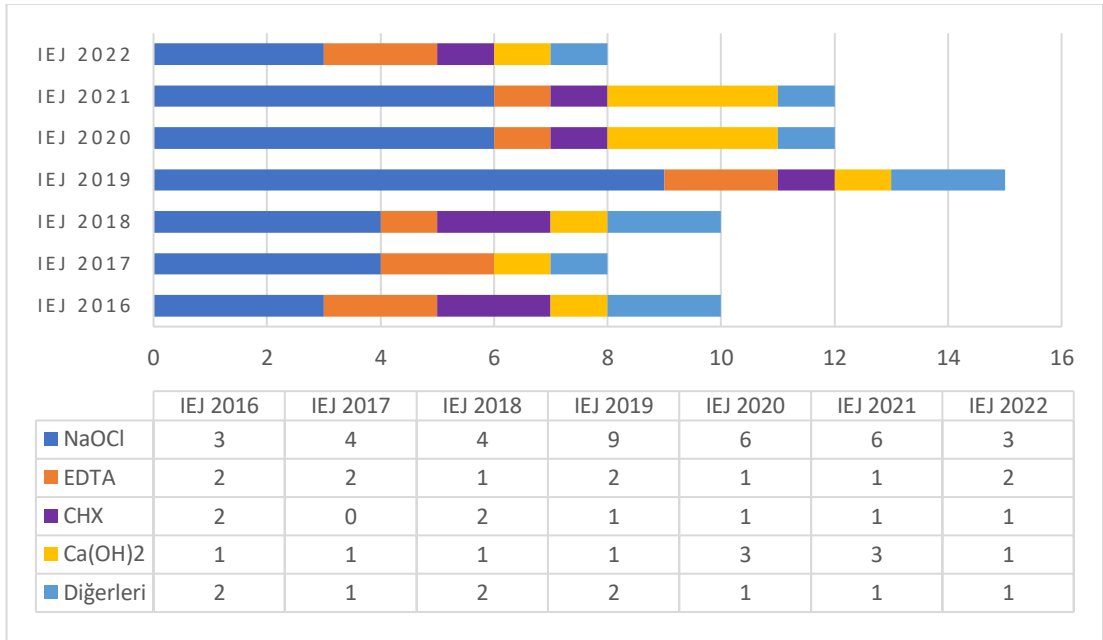
#### 4.2.4. Kemomekanik Preparasyonda Kullanılan İrrigantlar

İrigasyon solüsyonları olarak halojenli bileşiklerden sodyum hipoklorit, şelasyon ajanlarından EDTA, klorheksidin, kanal içi medikamentlerden kalsiyum hidroksit ana kategoriler olarak seçilmiştir. Diğer kategori başlığı altında ise deterjanlar (anyonik, katyonik), sitrik asit, MTAD, HEBP, QMIX, IKI, etanol gibi çeşitli irrigasyon solüsyonları dahil edilmiştir.

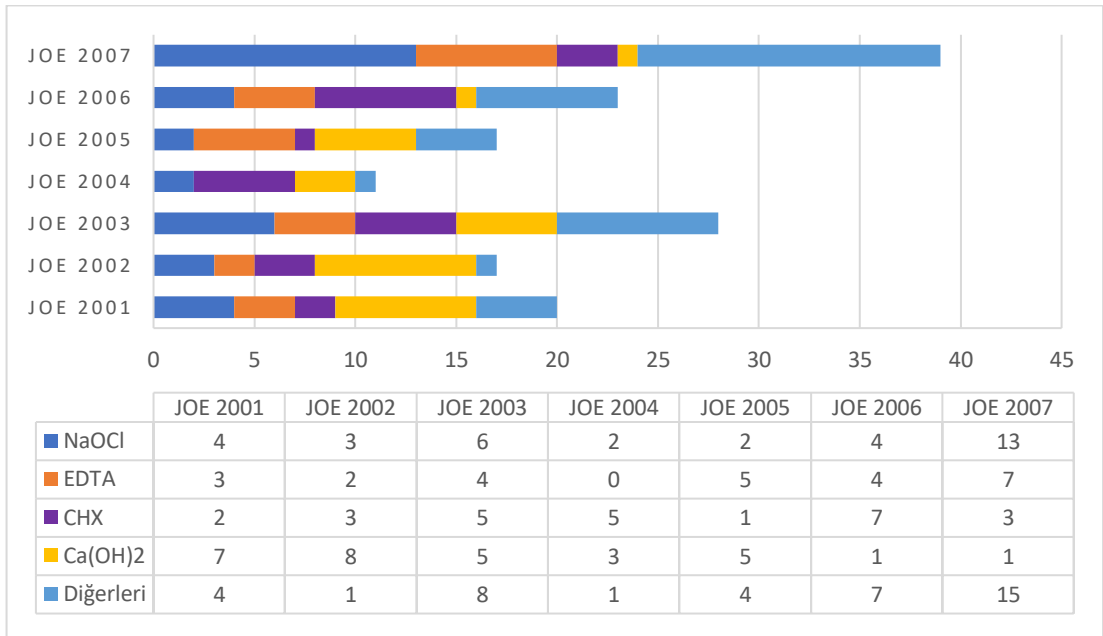
**Tablo 7. IEJ de 2001-2007 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların kategorilere göre sayıları**



**Tablo 8. IEJ de 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların kategorilere göre sayıları**

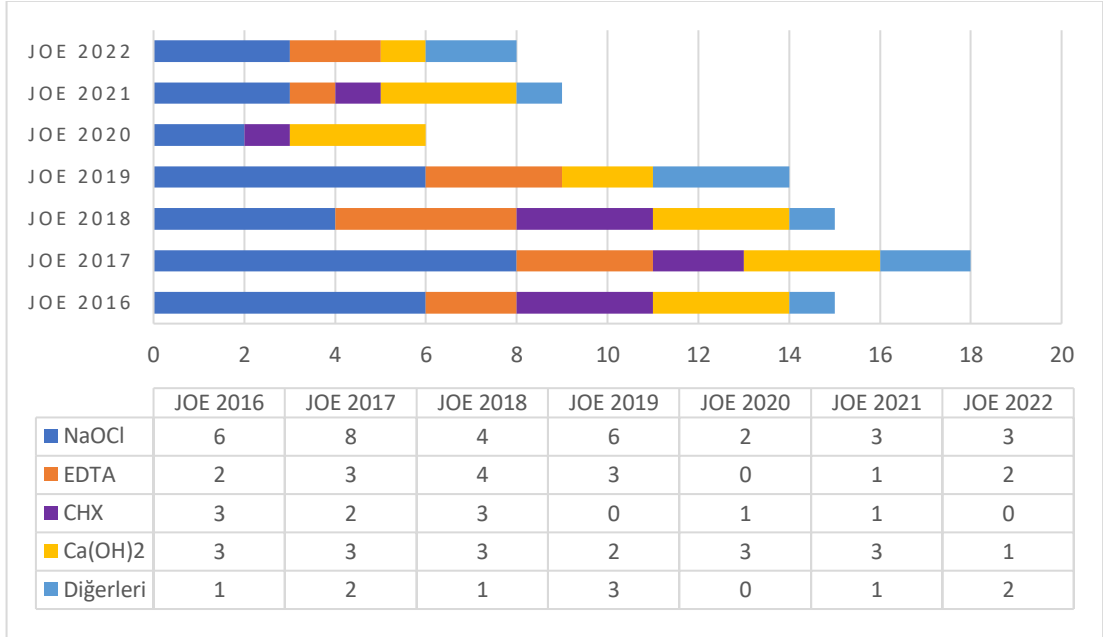


**Tablo 9. JOE de 2001-2007 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların kategorilere göre sayıları**

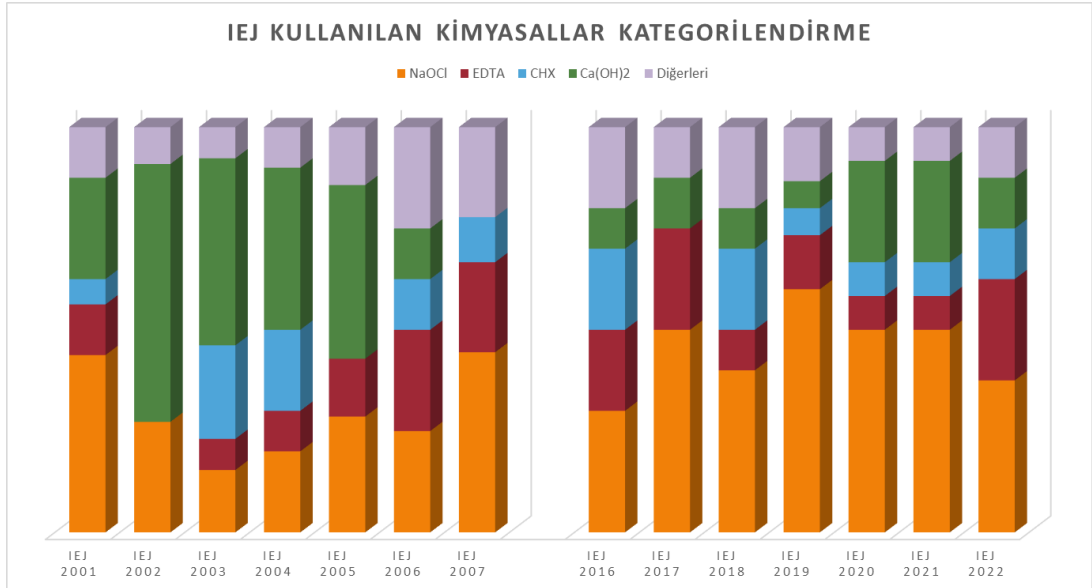




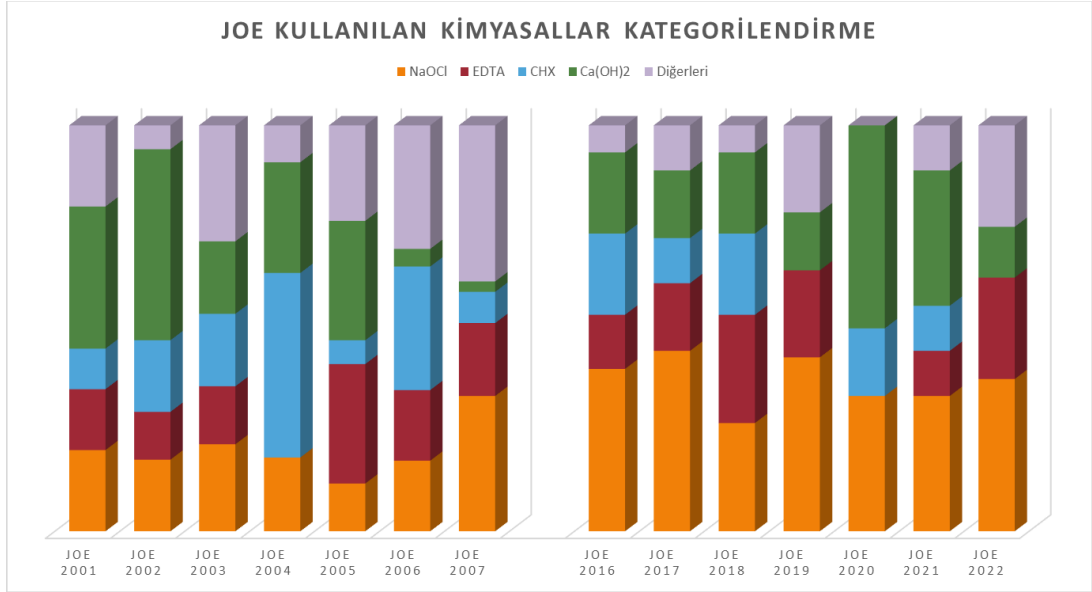
**Tablo 10. JOE de 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların kategorilere göre sayıları**



**Tablo 11. IEJ da 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların yüzdelik oranları**



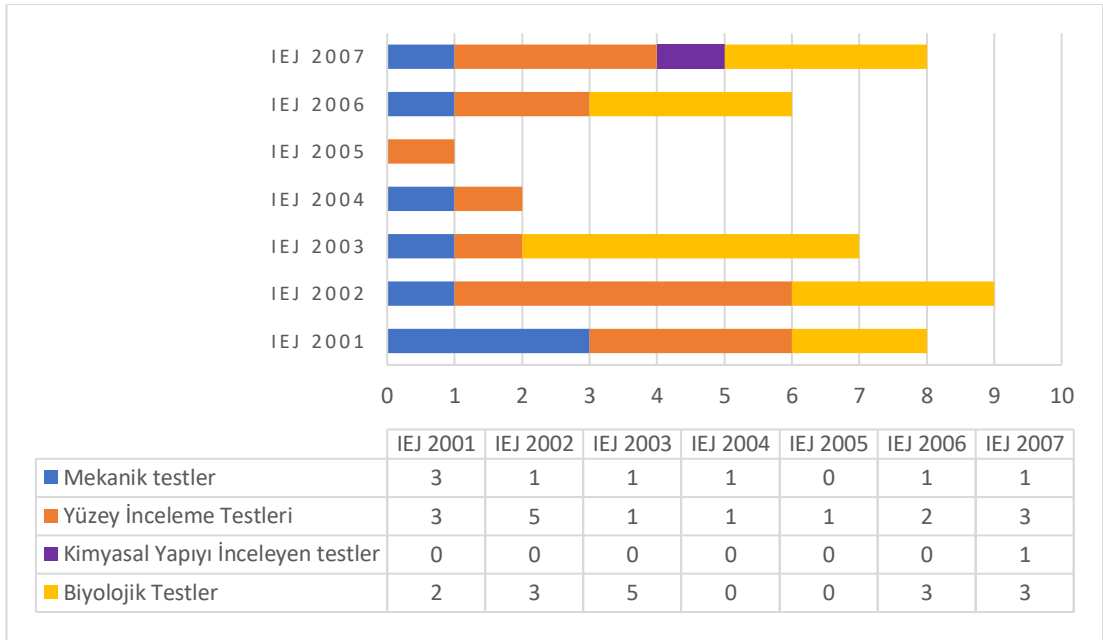
**Tablo 12. JOE de 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyonda kullanılan irrigantların yüzdeler oranları**



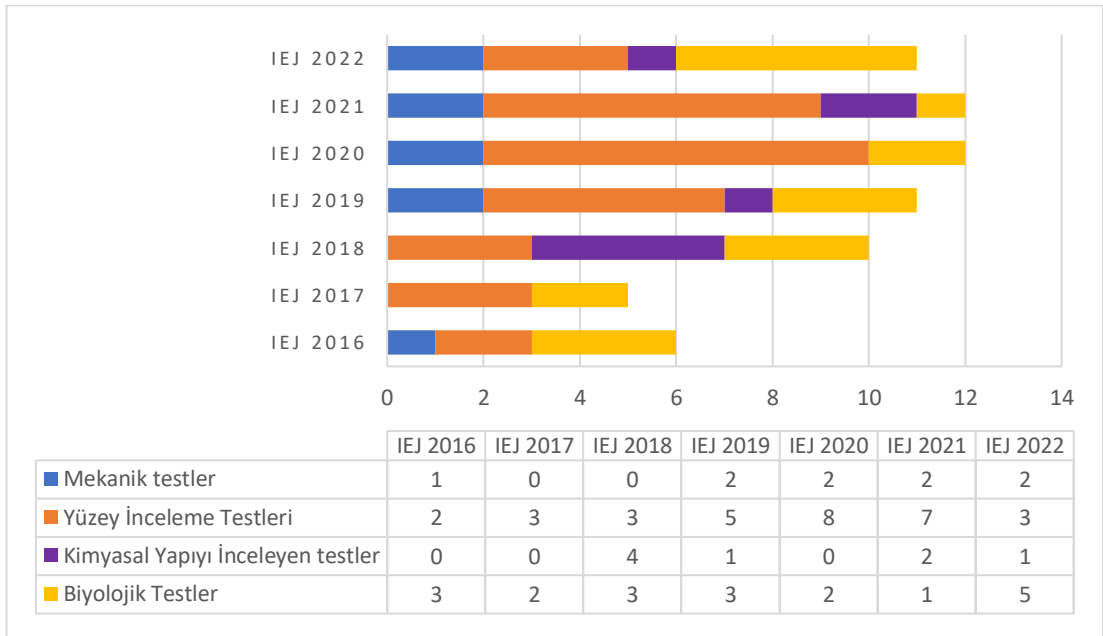
#### 4.2.5. Kemomekanik Preparasyondan Sonra Dentini İnceleme Teknikleri

Kök kanalında kullanılan kimyasalların dentin yapısına etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda kullanılan araştırma metodları; mekanik testler, yüzey inceleme teknikleri, elemental analiz ve biyolojik testler olarak alt kategorilere ayrılmıştır.

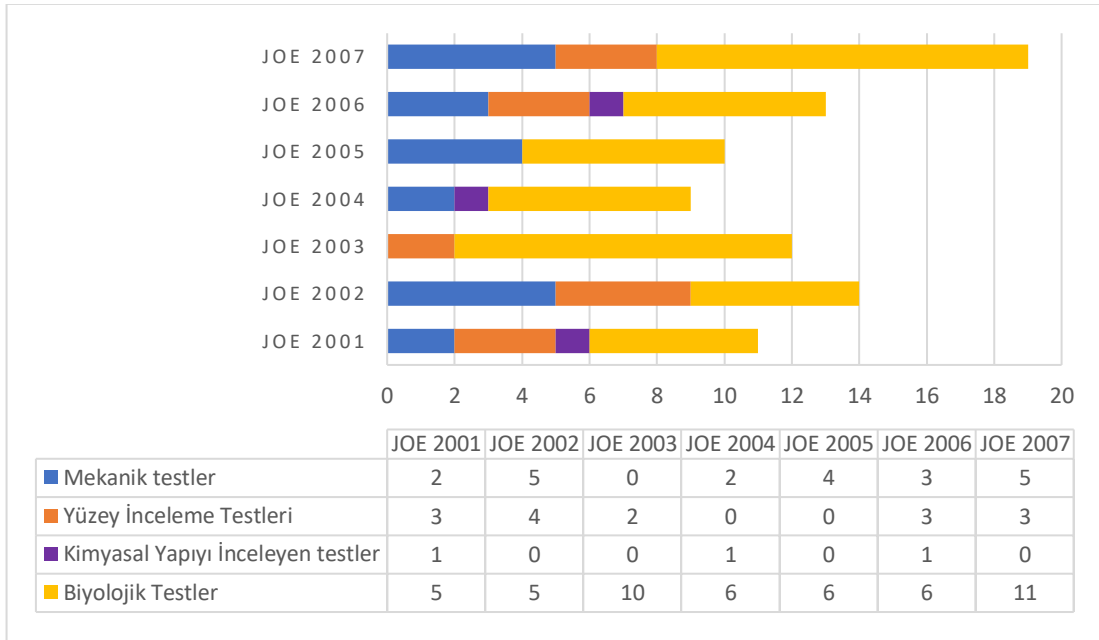
**Tablo 13. IEJ de 2001-2007 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentini inceleme tekniklerinin kategorilere göre sayıları**



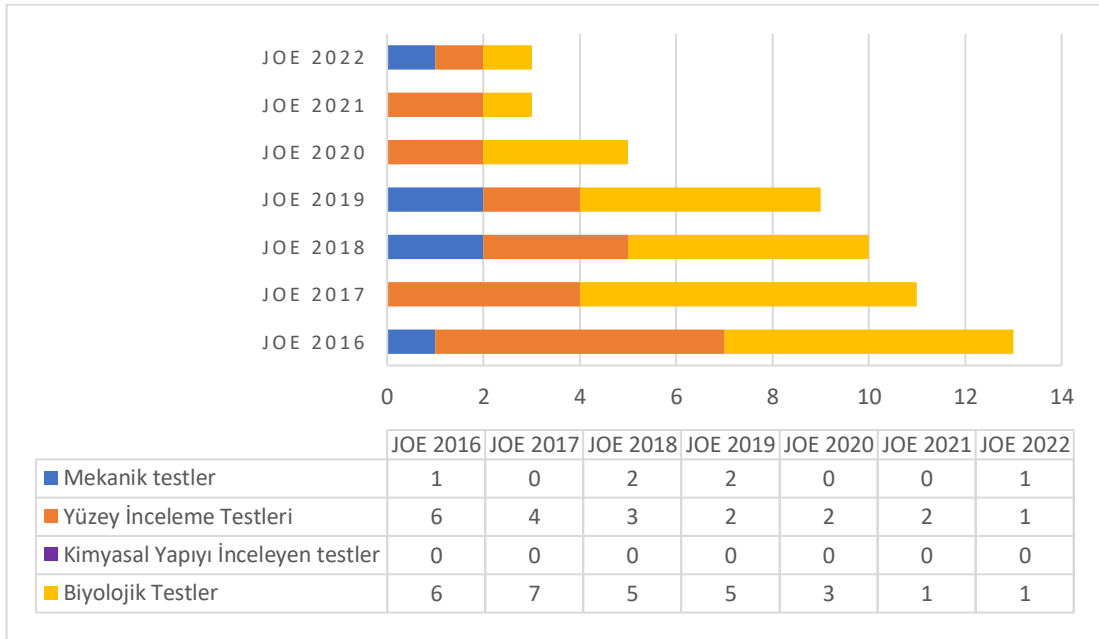
**Tablo 14. IEJ de 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentini inceleme tekniklerinin kategorilere göre sayıları**



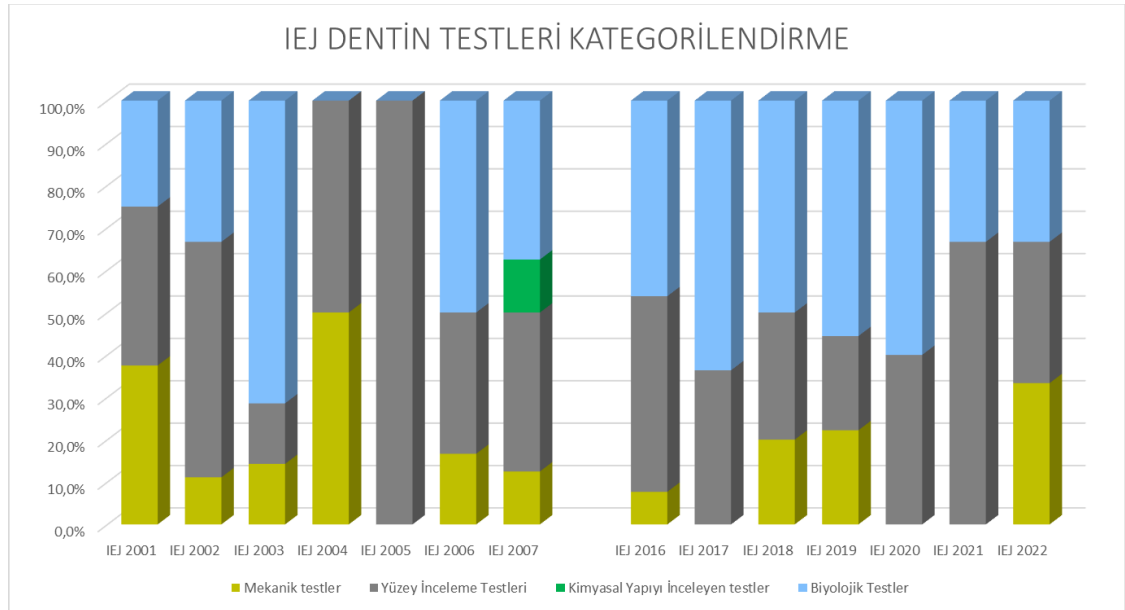
**Tablo 15. JOE de 2001-2007 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentini inceleme tekniklerinin kategorilere göre sayıları**



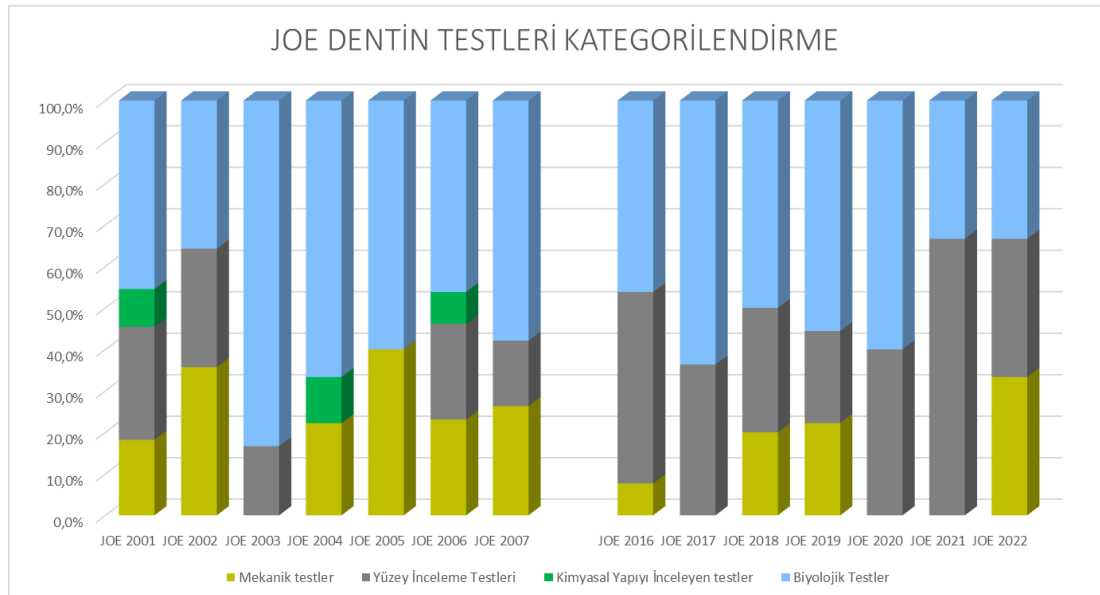
**Tablo 16. JOE de 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentini inceleme tekniklerinin kategorilere göre sayıları**



**Tablo 17. IEJ da 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentin inceleme tekniklerinin kategorilere göre yüzdelik oranları**



**Tablo 18. JOE de 2001-2007 ve 2016-2022 yılları arasında kemomekanik preparasyondan sonra uygulanan dentin inceleme tekniklerinin kategorilere göre yüzdelik oranları**



## 5. TARTIŞMA

Yapılan bu analiz ile, bilimsel iletişim ağında yer alan ve Endodonti alanında kabul gören impakt faktörü yüksek SCI kapsamındaki bilimsel dergilerde mevcut irrigasyon protokollerinde yer alan kimyasalların değerlendirmelerine ait hangi faktörlerin esas alındığı, dentine etkilerini hedefleyen araştırma dağılımını ve bu araştırmalarda uygulanmış test tekniklerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla Amerikan Endodonti Derneği (AAE)'nin yetkili bilimsel dergisi Journal of Endodontics (JOE) ve Avrupa Endodonti Derneği (ESE)' nin yetkili bilimsel dergisi International Endodontic Journal (IEJ) olmak üzere 2 SCI dergi değerlendirmeye alınmıştır.

Literatürde atıf temelli bibliyometrik analizlerde en çok referans olarak kullanılan köklü bir veri tabanı olan WoS kullanıldığı görülmüştür (261, 262). Çalışmamızın ilk aşamasında da bu veri tabanını kullanarak veri setleri elde edilmiştir. Günümüzde sıkça çalışmaları görselleştirmek için kullanılan araştırmaların tamamlayıcısı olarak görülen, veri tabanı taramasından elde edilen toplam belge sayısı, bibliyometrik ağların oluşturulması ve görselleştirilmesi için VOSviewer yazılım aracı v1.6.16'ya aktarılmıştır. Ağlar yazarlar/araştırmacılar ve anahtar kelimeler/terimler üzerinden oluşturulmuştur. Bu ağlardaki öğeler sırasıyla ortak yazarlık ve ortak kurum ve menşei ülke ile birbirine bağlanmıştır.

“Anahtar sözcük analizi” nde ilk dönem (2001-2007) ve son dönem (2016-2022) olarak baktığımızda iki dönemde de irrigasyon solüsyonlarından “sodyum hipoklorit” in en fazla kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca anahtar sözcük analizinde dikkati çeken bir durum da “biyofilm” teriminin azalıp spesifik olarak “*Enterococcus faecalis*” in yer aldığı görülmektedir. Bu durum, mikrobiyolojik yöntemlerdeki teknolojik ilerlemeler sayesinde endodontik enfeksiyonlardaki mikrobiyal çeşitliliğin daha ayrıntılı şekilde tanımlanabilmesi ve bakteriyel biyofilmden yaygın olarak bulunan türlere karşı daha etkili olan antimikrobiyal protokollerin geliştirilmesiyle açıklanabilir (263).

Kök kanal tedavisinin başarısında temel aşama olan biyomekanik işlemlerde, kanal dezenfeksiyonunun yanı sıra sürtünmeyi azaltarak gerek dentini korumak gerekse kanal aletlerinin kesme etkinliğini arttırmak için çeşitli irrigantların, farklı protokollerle kullanımı önerilmektedir(264-266). Bu çalışmalar incelendiğinde irrigasyon protokolleri önerilirken dentin fiziksel yapısı ve biyokimyasal bileşimine etkilerinden daha çok dezenfeksiyon kabiliyetleri üzerinde durulduğu görülmektedir. Oysa dentinle doğrudan temas eden endodontik alet ve materyallerin kullanımlarında kök dentininin fizikokimyasal ve biyolojik özellikleri oldukça önemlidir. Önerilen irrigasyon protokollerinde irrigantın antimikrobiyal ve doku çözücü özelliklerinden daha çok bahsedilirken dentin mikrosertliği ve elastik modülü gibi mekanik özelliklerinin korunması da unutulmamalıdır.

Bu düşünceyle yola çıkılan çalışmamızda önerilen irrigasyon solüsyonları ve uygulama protokollerinin dentin yapısına etkileri özellikle de ultrastrüktürüne ait çalışmaların iyi bilenen SCI dergilerde ne denli yer aldığını ve hangi analiz yöntemlerinin hangi amaçla kullanıldığını belirlemek hedeflenmiştir. İncelediğimiz ikinci dönemde “dentin” kelimesinin anahtar kelime listesinde daha fazla görünür olması günümüze yaklaştıkça araştırmacıların bu konu üzerinde daha çok çalıştığını göstermektedir.

Araştırmaların sonuçları doğrultusunda günümüzde kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılan irrigantlar NaOCl, EDTA, CHX ve medikament olarak Ca(OH)<sub>2</sub> 'dir. Anahtar sözcük analizinde 2016-2022 yılları arasında aniden artış gösteren “kalsiyum hidroksit” teriminin nedenini de travma ve rejenerasyon vakalarında vazgeçilmez olması da sayılabilir.

Tarama sırasında, çalışmanın başında düşünülmeyen ancak tarama sırasında fark edilen bazı sorular ek gözlem olarak değerlendirilmiştir. Kullandığımız programda araştırma temelimizde yer alan soruya cevap ararken karşımıza çıkan verilerden biri de yazarların atıf analizi oldu.

Yazarların atıf analizine bakıldığında 2001-2007 dönemlerinde en çok atıf alan yazarların sırasıyla José F Siqueira Jr. (1455 atıf), Kishor Gulabivala (902 atıf), Markus Haapasalo (781 atıf), J. Craig Baumgartner (769 atıf), Yuan-Ling Ng (764 atıf) olduğu görülmüştür. 2016-2022 dönemlerinde ise en çok atıf alan yazarlar sırasıyla Markus Haapasalo (606 atıf), Ya Shen (606 atıf), Brenda P. F. A. Gomes (386 atıf), Frederico C. Martinho (370 atıf), Ronald Ordinola Zapata (214 atıf) olduğu görülmüştür.

Yazarlar yeni bir araştırma makalesinin sonuçlarını açıklamayı amaçladığında ve mevcut literatürle bir karşılaştırma yaptığında, orijinal makaleye sıklıkla atıf yapmaları beklenen bir davranış modelidir. Bir derleme makalesine atıfta bulunmak nicelik olarak daha düşük atıf sayısına yol açmaktadır. Bu da incelenen ikinci dönemde artan derleme kategorisinin sonucu olarak yazarların azalan atıf sayılarını açıklar.

Bu analiz sırasında verilerin karşımıza çıkarttığı “kurum analizi” ne ait ağ haritası oluşturmak için yapılan çalışmada ilk dönemde sırasıyla en çok atıfta bulunan kurumlar University of São Paulo (1378 atıf), University of British Columbia (751 atıf), King's College London (663 atıf), University of Toronto (624 atıf), Harvard University (559 atıf). İncelenen ikinci dönemde ise sırasıyla Universidade Estadual de Campinas (1328 atıf), University of São Paulo (1078 atıf), University College London (962 atıf), University of British Columbia (926 atıf), University of Zurich (915 atıf) olduğu saptanmıştır.

Yazarların ait oldukları ülkelere dair yapılan ağ analizinde 2001-2007 yılları arasında en çok atıf alan ülkelerin sırayla ABD (5798 atıf), Brezilya (4221 atıf), Çin Halk Cumhuriyeti (1693 atıf), İsviçre (1353 atıf), Kanada (1566 atıf) olduğu saptanmıştır. İncelenen ikinci dönemde ise sırasıyla ABD (8001 atıf), Brezilya (5543 atıf), Kanada (1683 atıf), Çin Halk Cumhuriyeti (1581 atıf), İngiltere (2102 atıf) olduğu görülmüştür.

Ne kadar ilk sıradaki ülke değişirse de dilin büyük bir engel teşkil etmeyebileceği, İngilizce konuşulmayan ülkelerde endodonti alanında kanıt değeri yüksek çalışmaların varlığı ile ispatlanmıştır. Ayrıca projeleri desteklemekten sorumlu



olan ve araştırmacıların araştırma bursuna başvurmasını kolaylaştıran çeşitli kamu finansman kurumlarının varlığı da bu sonucu desteklemektedir.

Makalelerin metrik verilerinin kullanıldığı bibliyometrik analiz yönteminde, bilimsel araştırma konularındaki eğilimler, araştırma alanları arasında iç birlikleri, yazarlar ve yazarlık ağları, anahtar kelime yoluyla eşleştirilir.

İrrigant ve medikamentlerle ilgili anahtar kelimeler esas alındığında çalışmamızın amacına yönelik bulgularda elektronik veri tabanından kaynaklanan bir yetersizlik olduğu görülmüş, bu nedenle tek tek makalelerin değerlendirilmesi (*manuel tarama*) ikinci bir tarama yöntemi olarak kullanılmıştır. Fakat bu ayrıntılı analiz yönteminde irrigantların ve medikamentlerin dentin üzerine etkilerinin incelendiği fakat ileri yapısal analiz çalışmalarının bu iki dergide çok az sayıda yer aldığı belirlenmiştir. Literatürde Endodonti alanında yapılan sistematik derleme, meta-analiz, bibliyometrik analiz gibi derleme çalışmalarında araştırma konularına ve metodolojilerine bakıldığında kemomekanik preparasyon sonrası dentin çalışmalarına ait bir bilimsel analiz çalışmasına rastlanmamıştır.

JOE ve IEJ üzerinden yürüttüğümüz bu taramada manuel analiz sırasında bu 2 dergide kemomekanik preprasyon sonrası dentin strüktürüne ait çalışmaların çok az olduğu ama bu konunun bilimsel değeri yüksek Q1 grubundaki temel tıp bilimleri dergilerinde daha fazla yer aldığı görülmektedir. Bu dergilere örnek olarak Journal of Functional Biomaterials, Journal of Structural Biology, Microscopy and Microanalysis, Journal of Biosciences, Acta Biomaterialia, Evolutionary Anthropology, Applied Spectroscopy Reviews verilebilir.

Bu nedenle bu analiz yöntemiyle esas alınan 2 dergi verilerine dayanılarak kesin bilgiler oluşturamamıştır.

Bu taramamız sonucunda elde ettiğimiz verileri istatistik uzmanlarıyla değerlendirdiğimizde bu verilerin istatiksel olarak sayı ve yüzde ile

değerlendirilmesinin uygun olduğu bildirildiğinden sütun grafikleri halinde özetlenmiştir.

Manuel tarama sonuçlarına göre 2 dergide de araştırma kriterlerine uyan 2016-2022 döneminde 2001-2007 dönemine göre daha çok makale yayınlandığı belirlenmiştir.

IEJ dergisinin aylık kategorilerini yüzdeler olarak incelediğimizde güncel zaman diliminde her zaman yüksek olan temel araştırmaların yerini derlemelere bıraktığı belirlenmiştir. Bu bulgu son yıllarda derleme sayılarının önemli oranda arttığını göstermektedir. Dolayısıyla endodonti literatüründe kanıta dayalı endodontiye doğru bir yönelimin olduğunu söyleyebiliriz. Bu derlemeler güncel araştırma eğilimlerin belirlenmesine, analiz edilmesine ve gelecekteki araştırmaların yönlendirilmesine yardımcı olur. Ayrıca yayınlar incelendiğinde derleme kategorisinin de kendi içinde alt başlıklara ayrılarak kanıt piramidinde yerini aldığı görülmüştür. İncelenen ilk dönemde daha çok derleme, sistematik derleme ve kitap derlemeleri başlıkları bulunurken ikinci dönemde ise yönerge (*guideline*), meta-analiz, *umbrella review*, literatür analizi ve kalite değerlendirmesi başlıkları da ortaya çıkmıştır. Sistematik derlemelerin sayılarının artması nedeniyle derlemelerin derlemesi türünde analizler de yapılmaya başlanmış, üçüncül bir analiz düzeyi olarak “genel bakış” veya “*umbrella review*” olarak adlandırılan derlemelerin derlemesi de literatürde görülmeye başlanmıştır.

Aylık kategorilere bakıldığında ikinci sırada olan klinik araştırmalar yerini korumaktadır. En az yüzdeler dilime sahip kategori ise vaka raporlarıdır. Deneysel araştırmalar ise her iki dergide günümüze yaklaşıkça gittikçe azalsa da hala varlığını sürdürmektedir. Bunun nedeni, kullanılacak bilimsel teknolojik materyallerin temininde güçlükler, maliyet yüksekliği ve etik sınırlamalar olabilir görüşündeyiz.

JOE dergisinde de benzer şekilde her iki zaman aralığı incelendiğinde IEJ kadar olmasa da temel araştırmaların giderek azaldığı derlemelerin arttığı tespit edilmiştir. Vaka raporları ise yüzde olarak JOE’ de daha fazla yayımlanmıştır. Özel vakalar/vaka

serileri ve bunlarda uygulanan teknikler ve materyallerin sunulması sağlık bilimlerinde klinik uygulamalara rehber sonuçlar üretmesi bakımından önemlidir.

2016-2022 inceleme dönemimizde her iki dergide de rejeneratif endodonti başlığı ile ayrı bir kategorinin oluşturulduğu ve bu konudaki yayın sayısının da giderek arttığı görülmektedir. Rejeneratif endodontinin diş hekimliği alanına girmesi ve nekroz bir pulpada "revaskülarizasyonun sağlanması" olasılığı, araştırmacılar arasında bu yeni yaklaşımın, endodontinin geleceğini önemli ölçüde değiştirebileceğine dair merak uyandırmıştır. Bu da rejeneratif tedavi kategorisinin günümüzde oransal olarak dramatik bir artış göstermesini açıklamaktadır. Bu revaskülarizasyon çalışmalarında anahtar kelimelerimizden kalsiyum hidroksit yer almaktadır.

IEJ ye manuel olarak bakıldığında incelenen ilk dönemde oransal olarak dentinde kullanılan kimyasallardan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  'i konu alan çalışmaların giderek azaldığı saptanmıştır. Diğer irrigant kategorisinde yer alan kimyasallarla yapılan çalışmaların ise hızla arttığı görülmektedir. 2000'li yılların başında merak uyandıran irrigasyon solüsyonlarına yeni kimyasallar, bunların aktivitelerini arttıracak yüzey aktif maddeleri veya irrigantların farklı konsantrasyonları ile yapılan çalışmalarda; smear uzaklaştırma, antibakteriyel etkinlik gibi özellikler yoğun araştırma konusu olmuştur. 2016-2022 yılları arasında ise bu araştırma sonuçlarına dayalı olarak vakaya uygun kabul görmüş irrigasyon protokolleri üzerinden yapılan araştırma eserleri dikkat çekmektedir. Fakat kabul gördüğü anlaşılan bu irrigasyon protokollerinin dentin ultrastrüktürüne etkileri ile ilgili sadece 1 çalışmaya rastlanmıştır.

JOE yayınları manuel yöntemle incelediğimizde ikinci dönemi incelediğimizde 2020 hariç NaOCl' nin her zaman en çok kullanıldığını görmekteyiz.

Tüm bu sonuçlar ele alındığında kök kanalında kullanılan kimyasalların dentin yapısına etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda kullanılan araştırma metodlarının özellikle son yıllarda merak uyandıran dentin ultrastrüktürel analizine ait çalışmaların olmasını beklemekteyken dentinin organik yapısına ait araştırmaların bu 2 dergide

en az sayıda olduğu gözlemlenmiştir. Yüzey inceleme testleri ve biyolojik testler en çok uygulanan testler ise en çok uygulanan testlerdendir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Her iki tarama yönteminde de bilimsel yayınların sayısı günümüze yaklaştıkça artmaktadır,

2. Hem 2000’li yılların başı hem de 2000’li yıllarının sonuna bakıldığında JOE dergisinde daha fazla yayının olduğu gözlemlenmiştir,

3. Eserlerin yer aldığı kategorilerde değişiklikler oluşmuş; örneğin 2007 yılından itibaren (267) popüler klinik uygulama olan Rejeneratif Endodontide kullanılan materyallere ait deneysel çalışmalar ve klinik takiplere ait yayın sayılarında artış gözlenmiştir,

4. Literatür bilgilerini içeren derleme çalışmaları SCI kapsamında bulunan IEJ ve JOE dergilerinde kanıta dayalı endodontiye artan eğilim nedeniyle derleme sayılarının arttığı hem de derleme kategorisine ait alt başlıklar ortaya görülmüştür. Bunlara örnek olarak; sistematik derlemeler, *umbrella review*, meta-analiz, literatür analizi ve kalite değerlendirmesi, kitap derlemeleri, yönergeler sayılabilir. Derleme ve alt başlıklarına ait çalışmaların 2021 yılından itibaren IEJ dergisinde sayıca hızlı bir şekilde arttığı görülmüştür,

5. Sodyum hipokloritin iki inceleme döneminde de en çok kullanılan irrigant olduğu saptanmıştır. Sodyum hipokloritin kullanılmasıyla ilgili araştırmalarda önerilen farklı irrigasyon protokolleri ve farklı konsantrasyonları üzerinde tartışılırken hala tam bir konsesusu varılmadığı ve önerilen bu protokollerin dentinin organik kısmı üzerine etkilerine dair bir yorum getirilmediği düşünülmektedir.

6. Kemomekanik preparasyonun dentine etkilerine ait 2001-2006 yılları arasında elektronik veri tabanı yöntemi kullanıldığında 640 eser iken manuel taramada bu sayı 123 olarak bulunmuştur. 2016-2022 yılları arasına bakıldığında ise elektronik veri tabanında 634 yayın tespit edilirken manuel taramada 121 yayın elde edilmiştir,

7. Endodonti alanında seçilen bu spesifik konuya ait çalışmalara bakıldığında irrigasyon protokollerinin dentin üzerindeki etkisini değerlendiren çalışmaların büyük çoğunluğunda kemomekanik irrigasyon sonrası dentinin organik bileşimine etkilerinden daha çok daha çok, kanaldaki artıkların uzaklaştırılması ve dezenfeksiyon kabiliyetleri üzerinde durulduğu görülmektedir,

8. Bu iki dergide dentinin ultrastrüktürel yapısına ait çalışmaların çok az olması nedeniyle diğer SCI grubundaki dergiler taranmış ve bu tür araştırmaların, atıf değeri yüksek Q1 grubundaki, daha çok temel tıp bilimlere ve antropolojiye ait dergilerde yer aldığı görülmüştür.

## 7. KAYNAKLAR

1. Peculiene V, Maneliene R, Balcikonyte E, Drukteinis S, Rutkunas V. Microorganisms in root canal infections: a review. *Stomatologija*. 2008;10(1):4-9.
2. Kakehashi S, Stanley H, Fitzgerald R. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1965;20(3):340-9.
3. Lazansky JP, Robinson L, Rodofsky L. Factors influencing the incidence of bacteremias following surgical procedures in the oral cavity. *Journal of dental research*. 1949;28(6):533-43.
4. Robinson HB, Boling LR. The anachoretic effect in pulpitis I. *Bacteriologic studies. The Journal of the American Dental Association*. 1941;28(2):268-82.
5. Carrotte P. Endodontics: Part 1. The modern concept of root canal treatment. *Br Dent J*. 2004;197(4):181-3.
6. Murray C, Saunders W. Root canal treatment and general health: a review of the literature. *International Endodontic Journal*. 2000;33(1):1-18.
7. Perez AR, Ricucci D, Vieira GC, Provenzano JC, Alves FR, Marceliano-Alves MF, ve ark. Cleaning, shaping, and disinfecting abilities of 2 instrument systems as evaluated by a correlative micro-computed tomographic and histobacteriologic approach. *Journal of Endodontics*. 2020;46(6):846-57.
8. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;99(2):231-52.
9. Estrela C, Holland R, Estrela CRdA, Alencar AHG, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Characterization of successful root canal treatment. *Brazilian dental journal*. 2014;25:3-11.
10. Estrela C, Estrela C, Decurcio D, Hollanda A, Silva J. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *International endodontic journal*. 2007;40(2):85-93.
11. Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi MZ, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *International Endodontic Journal*. 1999;32(2):99-102.
12. BYSTRÖM A, SUNDQVIST G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *European Journal of Oral Sciences*. 1981;89(4):321-8.
13. Kawashima N, Wadachi R, Suda H, Yeng T, Parashos P. Root canal medicaments. *International dental journal*. 2009;59(1):5-11.

14. Oyarzún A, Cordero AM, Whittle M. Immunohistochemical evaluation of the effects of sodium hypochlorite on dentin collagen and glycosaminoglycans. *Journal of Endodontics*. 2002;28(3):152-6.
15. Mai S, Kim YK, Arola DD, Gu L-s, Kim JR, Pashley DH, ve ark. Differential aggressiveness of ethylenediamine tetraacetic acid in causing canal wall erosion in the presence of sodium hypochlorite. *Journal of Dentistry*. 2010;38(3):201-6.
16. Şen BH, Ertürk Ö, Pişkin B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009;108(4):622-7.
17. John C, Löst C, Elayouti A. Ultrasonic monitoring of the effect of sodium hypochlorite on the elasticity of dentine. *International Endodontic Journal*. 2013;46(5):477-82.
18. Choudhri AF, Siddiqui A, Khan NR, Cohen HL. Understanding bibliometric parameters and analysis. *Radiographics*. 2015;35(3):736-46.
19. de Araújo LP, da Rosa WLdO, Gobbo LB, da Silva TA, de Almeida JFA, Ferraz CCR. Global research trends on photodynamic therapy in endodontics: a bibliometric analysis. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 2022:103039.
20. Kodonas K, Fardi A, Gogos C, Economides N. Scientometric analysis of vital pulp therapy studies. *International Endodontic Journal*. 2021;54(2):220-30.
21. Aksoy U, Küçük M, Versiani M, Orhan K. Publication trends in micro-CT endodontic research: a bibliometric analysis over a 25-year period. *International Endodontic Journal*. 2021;54(3):343-53.
22. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PM. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic topics*. 2005;10(1):30-76.
23. Metzger Z, Solomonov M, Kfir A. The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals. *Endodontic Topics*. 2013;29(1):87-109.
24. Young G, Parashos P, Messer H. The principles of techniques for cleaning root canals. *Australian dental journal*. 2007;52:S52-S63.
25. Hülsmann M. Effects of mechanical instrumentation and chemical irrigation on the root canal dentin and surrounding tissues. *Endodontic topics*. 2013;29(1):55-86.
26. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004;30(8):559-67.
27. Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature -- Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J*. 2008;41(1):6-31.



28. Endodontists AAo. Glossary of endodontic terms: American Association of Endodontists; 2003.
29. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269-96.
30. Bhandi S, Mashyakhy M, Abumelha AS, Alkahtany MF, Jamal M, Chohan H, ve ark. Complete obturation—cold lateral condensation vs. thermoplastic techniques: a systematic review of micro-CT studies. *Materials.* 2021;14(14):4013.
31. Tomson PL, Simon SR. Contemporary cleaning and shaping of the root canal system. *Primary dental journal.* 2016;5(2):46-53.
32. Arias A, Peters OA. Present status and future directions: Canal shaping. *International Endodontic Journal.* 2022;55:637-55.
33. Mareschi P, Taschieri S, Corbella S. Long-term follow-up of nonsurgical endodontic treatments performed by one specialist: a retrospective cohort study about tooth survival and treatment success. *International Journal of Dentistry.* 2020;2020.
34. Chandra A. Discuss the factors that affect the outcome of endodontic treatment. *Australian Endodontic Journal.* 2009;35(2):98-107.
35. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod.* 2010;36(4):609-17.
36. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic topics.* 2005;10(1):77-102.
37. Gulabivala K, Ng YL. *Endodontics E-Book: Endodontics E-Book: Elsevier Health Sciences;* 2014. 22-3 p.
38. Goldberg M, Kulkarni AB, Young M, Boskey A. Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Frontiers in bioscience (Elite edition).* 2011;3:711.
39. Rotstein I, Ingle JI. *Ingle's endodontics: PMPH USA;* 2019.
40. Özçelik B ÇS, Çelik H. Smear tabakasının uzaklaştırılmasında Tubulicid Plus'un etkisinin incelenmesi. *Hacettepe Üniv Diş Hek Fak Derg.* 1997;21(27).
41. Marshall Jr GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of dentistry.* 1997;25(6):441-58.
42. Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Pereira JC, Pereira CA. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *J Endod.* 2007;33(5):603-6.
43. Goldberg M, Kulkarni AB, Young M, Boskey A. Dentin: structure, composition and mineralization. *Front Biosci (Elite Ed).* 2011;3(2):711-35.

44. Butler WT, Ritchie H. The nature and functional significance of dentin extracellular matrix proteins. *Int J Dev Biol.* 1995;39(1):169-79.
45. Fincham AG, Moradian-Oldak J, Simmer JP. The structural biology of the developing dental enamel matrix. *J Struct Biol.* 1999;126(3):270-99.
46. Doğan H, Qalt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod.* 2001;27(9):578-80.
47. Mikheikina A, Novozhilova N, Polyakova M, Sokhova I, Mun A, Zaytsev A, ve ark. Knowledge, Attitude, and Practice towards Chelating Agents in Endodontic Treatment among Dental Practitioners. *Dent J (Basel).* 2023;11(7).
48. Shen J. *Advanced ceramics for dentistry: Butterworth-Heinemann; 2013. 5-21 p.*
49. Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14(1):13-29.
50. Soares CJ, Rodrigues MdP, Faria-e-Silva AL, Santos-Filho PCF, Veríssimo C, Kim H-C, ve ark. How biomechanics can affect the endodontic treated teeth and their restorative procedures? *Brazilian oral research.* 2018;32.
51. Nair P. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *International endodontic journal.* 2006;39(4):249-81.
52. Shemesh H, Bier CA, Wu MK, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endod J.* 2009;42(3):208-13.
53. Kim HC, Lee MH, Yum J, Versluis A, Lee CJ, Kim BM. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod.* 2010;36(7):1195-9.
54. Hin ES, Wu MK, Wesselink PR, Shemesh H. Effects of self-adjusting file, Mtwo, and ProTaper on the root canal wall. *J Endod.* 2013;39(2):262-4.
55. Zinelis S, Magnissalis EA, Margelos J, Lambrianidis T. Clinical relevance of standardization of endodontic files dimensions according to the ISO 3630-1 specification. *J Endod.* 2002;28(5):367-70.
56. Kenneth M. Hargreaves LHB. *Cohen's Pathways of the Pulp 12th Edition: Elsevier; 12th edition (October 15, 2020); 2020.*
57. Peters OA, de Azevedo Bahia MG, Pereira ES. Contemporary Root Canal Preparation: Innovations in Biomechanics. *Dent Clin North Am.* 2017;61(1):37-58.
58. Ajina M, Billis G, Chong BS. The Effect of Glide Path Preparation on Root Canal Shaping Procedures and Outcomes. *Eur Endod J.* 2022;7(2):92-105.

59. Endodontists A. Glossary of Endodontic Terms. Chicago: American Association of Endodontists. 2003.
60. Seto BG, Nicholls JI, Harrington GW. Torsional properties of twisted and machined endodontic files. *J Endod.* 1990;16(8):355-60.
61. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Endodontic instrument fracture: causes and prevention. *Br Dent J.* 2013;214(7):341-8.
62. Schäfer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1997;13(2):51-64.
63. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome. *Br Dent J.* 2013;214(6):285-9.
64. McGuigan MB, Louca C, Duncan HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *Br Dent J.* 2013;214(8):395-400.
65. Gutmann JL, Lovdahl PE. *Problem Solving in Endodontics: Prevention, Identification, and Management*: Elsevier/Mosby; 2011.
66. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J.* 2001;34(6):476-84.
67. Torabinejad M, Fouad AF, Walton RE. *Endodontics: Principles and Practice*: Elsevier Saunders; 2015.
68. Morgano SM. Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts. *The Journal of prosthetic dentistry.* 1996;75(4):375-80.
69. Liang Y, Yue L. Evolution and development: engine-driven endodontic rotary nickel-titanium instruments. *Int J Oral Sci.* 2022;14(1):12.
70. Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG, Iglecias EF, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res.* 2018;32(suppl 1):e67.
71. Versluis A, Kim HC, Lee W, Kim BM, Lee CJ. Flexural stiffness and stresses in nickel-titanium rotary files for various pitch and cross-sectional geometries. *J Endod.* 2012;38(10):1399-403.
72. Gluskin AH, Peters CI, Peters OA. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *Br Dent J.* 2014;216(6):347-53.
73. Bird DC, Chambers D, Peters OA. Usage parameters of nickel-titanium rotary instruments: a survey of endodontists in the United States. *J Endod.* 2009;35(9):1193-7.

74. Patiño PV, Biedma BM, Liébana CR, Cantatore G, Bahillo JG. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod.* 2005;31(2):114-6.
75. Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, Chiandussi G, Pera F, Migliaretti G, ve ark. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod.* 2009;35(3):408-12.
76. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J.* 2008;41(4):339-44.
77. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012;38(6):850-2.
78. McRay B, Cox TC, Cohenca N, Johnson JD, Paranjpe A. A micro-computed tomography-based comparison of the canal transportation and centering ability of ProTaper Universal rotary and WaveOne reciprocating files. *Quintessence Int.* 2014;45(2):101-8.
79. Peters OA, Paqué F. Root canal preparation of maxillary molars with the self-adjusting file: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37(1):53-7.
80. Peters OA, Arias A, Paqué F. A Micro-computed Tomographic Assessment of Root Canal Preparation with a Novel Instrument, TRUShape, in Mesial Roots of Mandibular Molars. *J Endod.* 2015;41(9):1545-50.
81. Jensen LE, Murphy S, Williamson AE, Teixeira FB, Johnson WT, Friedl CC, ve ark. Root canal preparation in mandibular premolars with TRUShape and Vortex Blue: A micro-computed tomography study. *Aust Endod J.* 2019;45(1):12-9.
82. Azim AA, Piasecki L, da Silva Neto UX, Cruz ATG, Azim KA. XP Shaper, A Novel Adaptive Core Rotary Instrument: Micro-computed Tomographic Analysis of Its Shaping Abilities. *J Endod.* 2017;43(9):1532-8.
83. Ahmad M. An analysis of breakage of ultrasonic files during root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* 1989;5(2):78-82.
84. Zmener O, Banegas G. Comparison of three instrumentation techniques in the preparation of simulated curved root canals. *Int Endod J.* 1996;29(5):315-9.
85. Kılıç Y, Karataşlıoğlu E, Kaval ME. The Effect of Root Canal Preparation Size and Taper of Middle Mesial Canals on Fracture Resistance of the Mandibular Molar Teeth: An In Vitro Study. *J Endod.* 2021;47(9):1467-71.
86. Gołąbek H, Borys KM, Kohli MR, Brus-Sawczuk K, Strużycka I. Chemical aspect of sodium hypochlorite activation in obtaining favorable outcomes of endodontic treatment: An in-vitro study. *Advances in Clinical and Experimental Medicine.* 2019;28(10):1311-9.

87. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J*. 2008;58(6):329-41.
88. Demenech LS, de Freitas JV, Tomazinho FSF, Baratto-Filho F, Gabardo MCL. Postoperative Pain after Endodontic Treatment under Irrigation with 8.25% Sodium Hypochlorite and Other Solutions: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*. 2021;47(5):696-704.
89. Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Habahbeh N, Qualtrough A, Worthington H, ve ark. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*. 2004;37(7):438-46.
90. Siqueira JF, Jr., 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. *J Endod*. 2000;26(6):331-4.
91. Shahani MN, Subba Reddy VV. Comparison of antimicrobial substantivity of root canal irrigants in instrumented root canals up to 72 h: an in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2011;29(1):28-33.
92. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J*. 1982;15(4):187-96.
93. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*. 2014;216(6):299-303.
94. Rath P, Yiu C, Matinlinna J, Kishen A, Neelakantan P. The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. *Restor Dent Endod* 30; 45 (3): e39. 2020.
95. Verma N, Sangwan P, Tewari S, Duhan J. Effect of Different Concentrations of Sodium Hypochlorite on Outcome of Primary Root Canal Treatment: A Randomized Controlled Trial. *J Endod*. 2019;45(4):357-63.
96. Nogueira BML, da Costa Pereira TI, Pedrinha VF, de Almeida Rodrigues P. Effects of different irrigation solutions and protocols on mineral content and ultrastructure of root canal dentine. *Iranian endodontic journal*. 2018;13(2):209.
97. Gazzaneo I, Vieira GCS, Pérez AR, Alves FRF, Gonçalves LS, Mdala I, ve ark. Root Canal Disinfection by Single- and Multiple-instrument Systems: Effects of Sodium Hypochlorite Volume, Concentration, and Retention Time. *J Endod*. 2019;45(6):736-41.
98. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J*. 2003;36(12):810-30.
99. Spencer NC, Sunday JJ, Erifeta O, Georgina O, Agbor AA, Esosa US, ve ark. 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.

100. Gulabivala K, Ng YL, Gilbertson M, Eames I. The fluid mechanics of root canal irrigation. *Physiol Meas*. 2010;31(12):R49-84.
101. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, ve ark. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod*. 2003;29(3):170-5.
102. De-Deus G, Paciornik S, Mauricio MH. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *Int Endod J*. 2006;39(5):401-7.
103. Zehnder M, Schicht O, Sener B, Schmidlin P. Reducing surface tension in endodontic chelator solutions has no effect on their ability to remove calcium from instrumented root canals. *J Endod*. 2005;31(8):590-2.
104. Torabinejad M, Johnson WB. Irrigation solution and methods for use. Google Patents; 2003.
105. Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod*. 2003;29(6):400-3.
106. Mohammadi Z. Local applications of tetracyclines in endodontics and dental trauma: a review. *Dent Today*. 2009;28(1):95-6, 8, 100-1; quiz 1.
107. Malkhassian G, Manzur AJ, Legner M, Fillery ED, Manek S, Basrani BR, ve ark. Antibacterial efficacy of MTAD final rinse and two percent chlorhexidine gel medication in teeth with apical periodontitis: a randomized double-blinded clinical trial. *J Endod*. 2009;35(11):1483-90.
108. Scelza MF, Pierro V, Scelza P, Pereira M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA, and citric acid on smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004;98(4):499-503.
109. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L<sup>-1</sup> citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal. *Int Endod J*. 2000;33(1):46-52.
110. Gómez-Delgado M, Camps-Font O, Luz L, Sanz D, Mercade M. Update on citric acid use in endodontic treatment: a systematic review. *Odontology*. 2023;111(1):1-19.
111. Aubut V, Pommel L, Verhille B, Orsière T, Garcia S, About I, ve ark. Biological properties of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;109(2):e120-5.
112. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *International endodontic journal*. 2012;45(4):363-71.
113. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J*. 2009;42(4):288-302.
114. Greenstein G, Berman C, Jaffin R. Chlorhexidine. An adjunct to periodontal therapy. *J Periodontol*. 1986;57(6):370-7.

115. Løe H. Does chlorhexidine have a place in the prophylaxis of dental diseases? *J Periodontal Res Suppl.* 1973;12:93-9.
116. Laugisch O, Ramseier CA, Salvi GE, Hägi TT, Bürgin W, Eick S, et al. Effects of two different post-surgical protocols including either 0.05 % chlorhexidine herbal extract or 0.1 % chlorhexidine on post-surgical plaque control, early wound healing and patient acceptance following standard periodontal surgery and implant placement. *Clin Oral Investig.* 2016;20(8):2175-83.
117. Block SS. *Disinfection, sterilization, and preservation: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.*
118. Basrani B, Lemonie C. Chlorhexidine gluconate. *Aust Endod J.* 2005;31(2):48-52.
119. Souza MA, Menon CZ, Nery LF, Bertol CD, Rossato-Grando LG, Cecchin D. Effect of root canal preparation techniques on chlorhexidine substantivity on human dentin: a chemical analysis. *Clin Oral Investig.* 2018;22(2):859-65.
120. Komorowski R, Grad H, Wu XY, Friedman S. Antimicrobial substantivity of chlorhexidine-treated bovine root dentin. *J Endod.* 2000;26(6):315-7.
121. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J.* 2011;44(7):610-25.
122. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod.* 2007;33(8):966-9.
123. Kolosowski KP, Sodhi RN, Kishen A, Basrani BR. Qualitative Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry Analysis of Root Dentin Irrigated with Sodium Hypochlorite, EDTA, or Chlorhexidine. *J Endod.* 2015;41(10):1672-7.
124. Sirén EK, Haapasalo MP, Waltimo TM, Ørstavik D. In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on *Enterococcus faecalis*. *Eur J Oral Sci.* 2004;112(4):326-31.
125. Baker NE, Liewehr FR, Buxton TB, Joyce AP. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide, iodine potassium iodide, betadine, and betadine scrub with and without surfactant against *E faecalis* in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(3):359-64.
126. HÜLSMANN M, RÖDIG T, Nordmeyer S. Complications during root canal irrigation. *Endodontic topics.* 2007;16(1):27-63.
127. Waltimo T, Trope M, Haapasalo M, Ørstavik D. Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. *J Endod.* 2005;31(12):863-6.
128. Chong BS, Pitt Ford TR. The role of intracanal medication in root canal treatment. *Int Endod J.* 1992;25(2):97-106.

129. Allard U, Strömberg T. Inflammatory reaction in the apical area of pulpectomized and sterile root canals in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1979;48(5):463-6.
130. Sathorn C, Parashos P, Messer HH. Effectiveness of single- versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2005;38(6):347-55.
131. Kotecha N, Shah NC, Doshi RJ, Kishan KV, Luke AM, Shetty KP, ve ark. Microbiological Effectiveness of Sodium Hypochlorite Gel and Aqueous Solution When Implemented for Root Canal Disinfection in Multirouted Teeth: A Randomized Clinical Study. *J Funct Biomater.* 2023;14(5).
132. Rumhein PG, Layous KJ, Achour H, Mousa MM, Deeb H, Hajeer MY. Antimicrobial Efficacy of Two Different Calcium Hydroxide Endodontic Dressings on the Eradication of *Enterococcus faecalis* in Single-Rooted Canals: An In Vitro Study. *Cureus.* 2023;15(6):e40056.
133. Buck RA, Cai J, Eleazer PD, Staat RH, Hurst HE. Detoxification of endotoxin by endodontic irrigants and calcium hydroxide. *J Endod.* 2001;27(5):325-7.
134. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod.* 1999;25(2):85-8.
135. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod.* 1997;23(1):43-8.
136. Waltimo TM, Orstavik D, Sirén EK, Haapasalo MP. In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *Int Endod J.* 1999;32(6):421-9.
137. Peters LB, van Winkelhoff AJ, Buijs JF, Wesselink PR. Effects of instrumentation, irrigation and dressing with calcium hydroxide on infection in pulpless teeth with periapical bone lesions. *Int Endod J.* 2002;35(1):13-21.
138. Sathorn C, Parashos P, Messer H. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis. *International endodontic journal.* 2007;40(1):2-10.
139. Yassen GH, Vail MM, Chu TG, Platt JA. The effect of medicaments used in endodontic regeneration on root fracture and microhardness of radicular dentine. *International Endodontic Journal.* 2013;46(7):688-95.
140. Naseri M, Eftekhari L, Gholami F, Atai M, Dianat O. The effect of calcium hydroxide and nano-calcium hydroxide on microhardness and superficial chemical structure of root canal dentin: an ex vivo study. *Journal of endodontics.* 2019;45(9):1148-54.
141. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic topics.* 2005;10(1):3-29.



142. A. Versiani M, Souza E, De-Deus G. Critical appraisal of studies on dentinal radicular microcracks in endodontics: methodological issues, contemporary concepts, and future perspectives. *Endodontic Topics*. 2015;33(1):87-156.
143. Slutzky-Goldberg I, Maree M, Liberman R, Heling I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. *Journal of endodontics*. 2004;30(12):880-2.
144. Arola D, Ivancik J, Majd H, Fouad A, Bajaj D, Zhang XY, ve ark. Microstructure and mechanical behavior of radicular and coronal dentin. *Endodontic Topics*. 2009;20(1):30-51.
145. Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's restorative dental materials-e-book*: Elsevier Health Sciences; 2011.
146. Rosenberg W, Donald A. Evidence based medicine: an approach to clinical problem-solving. *Bmj*. 1995;310(6987):1122-6.
147. Karobari MI, Maqbool M, Ahmad P, Abdul MSM, Marya A, Venugopal A, ve ark. Endodontic Microbiology: A Bibliometric Analysis of the Top 50 Classics. *Biomed Res Int*. 2021;2021:6657167.
148. Eugene G. Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science*. 1972;178:471-9.
149. Grant MJ, Booth A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Info Libr J*. 2009;26(2):91-108.
150. Roemer RC, Borchardt R. *Meaningful metrics: A 21st century librarian's guide to bibliometrics, altmetrics, and research impact*: Amer Library Assn; 2015.
151. Moed HF. New developments in the use of citation analysis in research evaluation. *Archivum immunologiae et therapiae experimentalis*. 2009;57:13-8.
152. Bornmann L, Mutz R, Neuhaus C, Daniel H-D. Citation counts for research evaluation: standards of good practice for analyzing bibliometric data and presenting and interpreting results. *Ethics in science and environmental politics*. 2008;8(1):93-102.
153. Adnan S, Ullah R. Top-cited Articles in Regenerative Endodontics: A Bibliometric Analysis. *J Endod*. 2018;44(11):1650-64.
154. Nagendrababu V, Jacimovic J, Jakovljevic A, Rossi-Fedele G, Dummer PM. A bibliometric analysis of the top 100 most-cited case reports and case series in Endodontic journals. *International Endodontic Journal*. 2022;55(3):185-218.
155. Zupic I, Čater T. Bibliometric methods in management and organization. *Organizational research methods*. 2015;18(3):429-72.
156. Ullah R, Adnan S, Afzal AS. Top-cited articles from dental education journals, 2009 to 2018: a bibliometric analysis. *Journal of Dental Education*. 2019;83(12):1382-91.

157. van Leeuwen T. Descriptive Versus Evaluative Bibliometrics. In: Moed HF, Glänzel W, Schmoch U, editors. *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Dordrecht: Springer Netherlands; 2005. p. 373-88.
158. Bordignon F. Critical citations in knowledge construction and citation analysis: from paradox to definition. *Scientometrics*. 2022;127(2):959-72.
159. White E. *Bibliometrics from curiosity to convention special library*. Winter; 1985.
160. Ahmad SJ, Ahmed AR, Kowalewski KF, Nickel F, Rostami K, Stocker CJ, ve ark. Citation classics in general medical journals: assessing the quality of evidence; a systematic review. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench*. 2020;13(2):101-14.
161. Goldberg SR, Anthony H, Evans TS. Modelling citation networks. *Scientometrics*. 2015;105(3):1577-604.
162. Koenigsmarck M, Geissdoerfer M. Mapping socially responsible investing: A bibliometric and citation network analysis. *Journal of cleaner production*. 2021;296:126376.
163. Najmi MA, Nayab T, Alam BF, Abbas T, Ashgar S, Hussain T, ve ark. Role of mineral trioxide aggregate in dentistry: A bibliometric analysis using Scopus database. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*. 2023;21:22808000231154065.
164. Guerrero-Gironés J, Forner L, Sanz JL, Rodríguez-Lozano FJ, Ghilotti J, Llena C, ve ark. Scientific production on silicate-based endodontic materials: Evolution and current state: A bibliometric analysis. *Clinical Oral Investigations*. 2022;26(9):5611-24.
165. Darvell BW. *Materials science for dentistry*: Woodhead publishing; 2018.
166. Ryniewicz AM, Mazur K, Bojko Ł, Ryniewicz W. Influence of the Position of the Mandible on Stresses and Displacements within the Structures of the Temporomandibular Joint. *Tribologia*. 2020;293(5):27-38.
167. O'Brien WJ. *Dental materials and their selection*: Quintessence Chicago; 2002.
168. Çalikkocaoğlu S. *Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi (Metal Olmayan Maddeler)*. Baskı, Mor Ajans, İstanbul, Türkiye. 2000;114.
169. Ilie N, Hilton T, Heintze S, Hickel R, Watts D, Silikas N, ve ark. Academy of dental materials guidance—Resin composites: Part I—Mechanical properties. *Dental materials*. 2017;33(8):880-94.
170. Major TW, Carey JP, Nobes DS, Heo G, Major PW. Measurement of plastic and elastic deformation due to third-order torque in self-ligated orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;140(3):326-39.

171. Wang L, D'Alpino PHP, Lopes LG, Pereira JC. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *Journal of Applied Oral Science*. 2003;11:162-7.
172. Heintze SD, Ilie N, Hickel R, Reis A, Loguercio A, Rousson V. Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials-A systematic review. *Dent Mater*. 2017;33(3):e101-e14.
173. Bresciani E, Barata Tde J, Fagundes TC, Adachi A, Terrin MM, Navarro MF. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci*. 2004;12(4):344-8.
174. Naseem H, Sai Prasanna V, Pavan Kumar S, Giri K, editors. *Finite Element Analysis of Uniaxial Compression Test*. International conference on Advances in Materials and Manufacturing; 2022: Springer.
175. Hotta M, Kawano S, Sekine I. Direct tensile strength of visible light-cured restorative materials containing fluoride. *J Oral Rehabil*. 2001;28(9):854-9.
176. Penn RW, Craig RG, Tesk JA. Diametral tensile strength and dental composites. *Dent Mater*. 1987;3(1):46-8.
177. Williams P, Smith D. Measurement of the tensile strength of dental restorative materials by use of a diametral compression test. *Journal of Dental Research*. 1971;50(2):436-42.
178. Chen W-P, Chen Y-Y, Huang S-H, Lin C-P. Limitations of push-out test in bond strength measurement. *Journal of endodontics*. 2013;39(2):283-7.
179. Guan G, Takano-Yamamoto T, Miyamoto M, Hattori T, Ishikawa K, Suzuki K. Shear bond strengths of orthodontic plastic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000;117(4):438-43.
180. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, ve ark. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dental Materials*. 2008;24(7):967-77.
181. Chandra N, Ghonem H. Interfacial mechanics of push-out tests: theory and experiments. *Composites part A: applied science and manufacturing*. 2001;32(3-4):575-84.
182. Zhu L, Li Y, Chen Y-C, Carrera CA, Wu C, Fok A. Comparison between two post-dentin bond strength measurement methods. *Scientific reports*. 2018;8(1):2350.
183. Asiri AM, Mohammad A. *Applications of nanocomposite materials in dentistry*: Woodhead Publishing; 2018.
184. Park J-K, Lee G-H, Kim J-H, Park M-G, Ko C-C, Kim H-I, ve ark. Polymerization shrinkage, flexural and compression properties of low-shrinkage dental resin composites. *Dental materials journal*. 2014;33(1):104-10.

185. Yanikoğlu ND, Sakarya RE. Test methods used in the evaluation of the structure features of the restorative materials: a literature review. *Journal of Materials Research and Technology*. 2020;9(5):9720-34.
186. Ferracane JL. Resin-based composite performance: are there some things we can't predict? *Dent Mater*. 2013;29(1):51-8.
187. Manappallil JJ. *Basic dental materials*: JP Medical Ltd; 2015.
188. Rao A, Shenoy R, BS S. Comparative Evaluation of Tensile Bond Strength and Shear Bond Strength of Mineral Trioxide Aggregate with Composite Resin and Resin Modified Glass Ionomer. *Indian Journal of Public Health Research & Development*. 2019;10(7).
189. Plotino G, Grande NM, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dental materials*. 2007;23(9):1129-35.
190. Quinn GD. *Room-temperature flexure fixture for advanced ceramics*: US Department of Commerce, Technology Administration, National Institute of ...; 1992.
191. Ćurković L, Bakić A, Kodvanj J, Haramina T. Flexural strength of alumina ceramics: Weibull analysis. *Transactions of FAMENA*. 2010;34(1):13-8.
192. Hammant B. The use of 4-point loading tests to determine mechanical properties. *Composites*. 1971;2(4):246-9.
193. Weerasooriya T, Moy P, Casem D, Cheng M, Chen W. A four-point bend technique to determine dynamic fracture toughness of ceramics. *Journal of the American Ceramic Society*. 2006;89(3):990-5.
194. Kumar N. Inconsistency in the strength testing of dental resin-based composites among researchers. *Pakistan journal of medical sciences*. 2013;29(1):205.
195. Chitchumngong P, Brooks SC, Stafford GD. Comparison of three- and four-point flexural strength testing of denture-base polymers. *Dent Mater*. 1989;5(1):2-5.
196. Institute ANS, Testing ASf, Materials, International A, Testing ACEoM, Testing ASEoIH. *Standard Practice for Instrumented Indentation Testing*: ASTM International; 2007.
197. Ban S, Anusavice KJ. Influence of test method on failure stress of brittle dental materials. *J Dent Res*. 1990;69(12):1791-9.
198. Jin J, Takahashi H, Iwasaki N. Effect of test method on flexural strength of recent dental ceramics. *Dental materials journal*. 2004;23(4):490-6.
199. Chen X-Q, Niu H, Li D, Li Y. Modeling hardness of polycrystalline materials and bulk metallic glasses. *Intermetallics*. 2011;19(9):1275-81.

200. González-Viñas W, Mancini HL. An introduction to materials science: Princeton University Press; 2004.
201. Wassell R, McCabe J, Walls A. Subsurface deformation associated with hardness measurements of composites. *Dental Materials*. 1992;8(4):218-23.
202. 14577-4 I. Metallic Materials—Instrumented Indentation Test for Hardness and Materials Parameters—Part 4: Test Method for Metallic and Non-Metallic Coatings. ISO Geneva, Switzerland; 2016.
203. Shinkai RS, Cury AA, Cury JA. In vitro evaluation of secondary caries development in enamel and root dentin around luted metallic restoration. *Oper Dent*. 2001;26(1):52-9.
204. Yovanovich M, editor Micro and macro hardness measurements, correlations, and contact models. 44th AIAA aerospace sciences meeting and exhibit; 2006.
205. ISO E. 6506-1. Metallic materials-Brinell hardness test-Part 1: Test method. European Committee for Standardization. 2005.
206. Jepson NJ, McCabe JF, Storer R. Age changes in the viscoelasticity of permanent soft lining materials. *J Dent*. 1993;21(3):171-8.
207. Clinton D, Morrell R. Hardness testing of ceramic materials. *Materials chemistry and physics*. 1987;17(5):461-73.
208. Dietschi D, Marret N, Krejci I. Comparative efficiency of plasma and halogen light sources on composite micro-hardness in different curing conditions. *Dent Mater*. 2003;19(6):493-500.
209. Poskus LT, Placido E, Cardoso PEC. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dental Materials*. 2004;20(8):726-32.
210. Lohbauer U, Belli R, Ferracane JL. Factors involved in mechanical fatigue degradation of dental resin composites. *J Dent Res*. 2013;92(7):584-91.
211. D-17 AI. Standard test method for uniaxial fatigue properties of plastics. ASTM International West Conshohocken; 2002.
212. International A. ASTM D7774-12-Standard Test Method for Flexural Fatigue Properties of Plastics. ASTM International West Conshohocken; 2012.
213. Draughn RA. Compressive fatigue limits of composite restorative materials. *J Dent Res*. 1979;58(3):1093-6.
214. Turkun L, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*. 2004;29(2):203-11.

215. De Jager N, Feilzer A, Davidson C. The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dental Materials*. 2000;16(6):381-8.
216. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2007;18:155-63.
217. Taylor MJ, Lynch E. Microleakage. *J Dent*. 1992;20(1):3-10.
218. Joniot S, Salomon JP, Dejou J, Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative dentistry*. 2006;31(1):39-46.
219. Neme A, Frazier KB, Roeder L, Debner T. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Operative dentistry*. 2002;27(1):50-8.
220. Heintze S, Forjanic M, Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials*. 2006;22(2):146-65.
221. Gadegaard N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry*. 2006;81(2-3):87-97.
222. Chen X, Cuijpers V, Fan M, Frencken JE. Marginal leakage of two newer glass-ionomer-based sealant materials assessed using micro-CT. *J Dent*. 2010;38(9):731-5.
223. Carrera CA, Lan C, Escobar-Sanabria D, Li Y, Rudney J, Aparicio C, et al. The use of micro-CT with image segmentation to quantify leakage in dental restorations. *Dental Materials*. 2015;31(4):382-90.
224. Alnusayri MO, Sghaireen MG, Mathew M, Alzarea B, Bandela V, Sghaireen MG. Shade selection in esthetic dentistry: A review. *Cureus*. 2022;14(3).
225. Ishikawa-Nagai S, Ishibashi K, Tsuruta O, Weber HP. Reproducibility of tooth color gradation using a computer color-matching technique applied to ceramic restorations. *J Prosthet Dent*. 2005;93(2):129-37.
226. Worsfold PJ, Zagatto EAG. Spectrophotometry: overview. *Encyclopedia of analytical science*. 2019.
227. Kaczmarek K, Leniart A, Lapinska B, Skrzypek S, Lukomska-Szymanska M. Selected spectroscopic techniques for surface analysis of dental materials: A narrative review. *Materials*. 2021;14(10):2624.
228. Luo Q. Electron microscopy and spectroscopy in the analysis of friction and wear mechanisms. *Lubricants*. 2018;6(3):58.

229. Çarıkçioğlu B, Misilli T, Deniz Y, Aktaş Ç. Effects of high temperature on dental restorative materials for forensic purposes. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2021;17:78-86.
230. Dolenko GN, Poleshchuk OK, Latośńska JN. X-ray emission spectroscopy, methods. *Encyclopedia of spectroscopy and spectrometry* 2010. p. 2984-8.
231. Fracchia M, Ghigna P, Vertova A, Rondinini S, Minguzzi A. Time-resolved X-ray absorption spectroscopy in (photo) electrochemistry. *Surfaces*. 2018;1(1):138-50.
232. Taylor A. *Atomic spectroscopy, biomedical applications*. 2017.
233. Janssens K. X-Ray Based Methods of Analysis. *Modern methods for analysing archaeological and historical glass*. 2013;1:79-128.
234. Attin T, Wegehaupt FJ. Methods for Assessment of Dental Erosion. In: Lussi A, Ganss C, editors. *Erosive Tooth Wear: From Diagnosis to Therapy*. 25: S.Karger AG; 2014. p. 0.
235. Kohli R, Mittal K. Methods for assessing surface cleanliness. *Developments in surface contamination and cleaning*. 2019;12:23-105.
236. Buse B, Kearns S. Importance of carbon contamination in high-resolution (FEG) EPMA of silicate minerals. *Microscopy and Microanalysis*. 2015;21(3):594-605.
237. Llovet X, Moy A, Pinard PT, Fournelle JH. Reprint of: Electron probe microanalysis: A review of recent developments and applications in materials science and engineering. *Progress in Materials Science*. 2021;120:100818.
238. Li X, Pongprueksa P, Van Landuyt K, Chen Z, Pedano M, Van Meerbeek B, ve ark. Correlative micro-Raman/EPMA analysis of the hydraulic calcium silicate cement interface with dentin. *Clinical Oral Investigations*. 2016;20:1663-73.
239. Hoyer I, Gaengler P, Bimberg R. In vivo remineralization of human enamel and dental calculus formation. *Journal of Dental Research*. 1984;63(9):1136-9.
240. Hennequin M, Douillard Y. Effects of citric acid treatment on the Ca, P and Mg contents of human dental roots. *Journal of clinical periodontology*. 1995;22(7):550-7.
241. Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *Journal of endodontics*. 1996;22(1):23-6.
242. Cornelis R, NORDBERG M. General chemistry, sampling, analytical methods, and speciation. *Handbook on the Toxicology of Metals*: Elsevier; 2007. p. 11-38.
243. Ari H, Erdemir A. Effects of endodontic irrigation solutions on mineral content of root canal dentin using ICP-AES technique. *Journal of Endodontics*. 2005;31(3):187-9.

244. Hennequin M, Pajot J, Avignant D. Effects of different pH values of citric acid solutions on the calcium and phosphorus contents of human root dentin. *Journal of Endodontics*. 1994;20(11):551-4.
245. Erdemir A, Eldeniz AÜ, Belli S. Effect of gutta-percha solvents on mineral contents of human root dentin using ICP-AES technique. *Journal of endodontics*. 2004;30(1):54-6.
246. Singh VK, Rai AK. Prospects for laser-induced breakdown spectroscopy for biomedical applications: a review. *Lasers in Medical Science*. 2011;26(5):673-87.
247. Anabitarte F, Cobo A, Lopez-Higuera JM. Laser-induced breakdown spectroscopy: fundamentals, applications, and challenges. *International Scholarly Research Notices*. 2012;2012.
248. Alvira FC, Ramirez Rozzi F, Bilmes GM. Laser-induced breakdown spectroscopy microanalysis of trace elements in Homo sapiens teeth. *Appl Spectrosc*. 2010;64(3):313-9.
249. Küçükaya Eren S, Uzunoğlu E, Sezer B, Yılmaz Z, Boyacı İ H. Mineral content analysis of root canal dentin using laser-induced breakdown spectroscopy. *Restor Dent Endod*. 2018;43(1):e11.
250. Yahia L, Mireles L. 4-X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and time-of-flight secondary ion mass spectrometry (ToF SIMS) In *Characterization of Polymeric Biomaterials*, Farè, S., Ed. Woodhead Publishing; 2017.
251. Schaepe K, Jungnickel H, Heinrich T, Tentschert J, Luch A, Unger WE. Secondary ion mass spectrometry. *Characterization of nanoparticles: Elsevier*; 2020. p. 481-509.
252. Tenover F. *Antimicrobial susceptibility testing*. 2019.
253. Chávez de Paz L. Gram-positive organisms in endodontic infections. *Endodontic Topics*. 2004;9(1):79-96.
254. Metcalf D. Studies on colony formation in vitro by mouse bone marrow cells. II. Action of colony stimulating factor. *Journal of cellular physiology*. 1970;76(1):89-99.
255. Tandjung L, Waltimo T, Hauser I, Heide P, Decker EM, Weiger R. Octenidine in root canal and dentine disinfection ex vivo. *International endodontic journal*. 2007;40(11):845-51.
256. Phillips I, Acar J, Bergan T, Degener J, Baquero F, Forsgren A, ve ark. Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. Terminology, EUCAST Definitive Document. *Clin Microbiol Infect*. 1998;4:291-6.
257. El-Essawy RH, Al-Ashry S, Sabet NE, Ghobashy AM. Assessment of depth of penetration and antibiofilm properties of *Boswellia sacra* compared with calcium hydroxide intracanal medicament (in vitro study). *Aust Endod J*. 2023;49(2):295-301.
258. Sy K, Agossa K, Maton M, Chijcheapaza-Flores H, Martel B, Siepmann F, ve ark. How Adding Chlorhexidine or Metallic Nanoparticles Affects the Antimicrobial



**Performance of Calcium Hydroxide Paste as an Intracanal Medication: An In Vitro Study. Antibiotics (Basel). 2021;10(11).**

**259. Bär W, Både-Schumann U, Krebs A, Cromme L. Rapid method for detection of minimal bactericidal concentration of antibiotics. Journal of microbiological methods. 2009;77(1):85-9.**

**260. Parvekar P, Palaskar J, Metgud S, Maria R, Dutta S. The minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of silver nanoparticles against Staphylococcus aureus. Biomater Investig Dent. 2020;7(1):105-9.**

**261. Ordinola-Zapata R, Peters OA, Nagendrababu V, Azevedo B, Dummer P, Neelakantan P. What is of interest in Endodontology? A bibliometric review of research published in the International Endodontic Journal and the Journal of Endodontics from 1980 to 2019. International Endodontic Journal. 2020;53(1):36-52.**

**262. Ahmad P, Elgamal HAM. Citation classics in the Journal of Endodontics and a comparative bibliometric analysis with the most downloaded articles in 2017 and 2018. Journal of endodontics. 2020;46(8):1042-51.**

**263. Siqueira Jr JF, Rôças IN. Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. International Endodontic Journal. 2022;55:512-30.**

**264. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Albero-Montegudo A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. J Clin Exp Dent. 2019;11(2):e185-e93.**

**265. Dias-Junior LCL, Castro RF, Fernandes AD, Guerreiro MYR, Silva E, Brandão J. Final Endodontic Irrigation with 70% Ethanol Enhanced Calcium Hydroxide Removal from the Apical Third. J Endod. 2021;47(1):105-11.**

**266. Tonini R, Salvadori M, Audino E, Sauro S, Garo ML, Salgarello S. Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. Front Oral Health. 2022;3:838043.**

**267. Murray PE, Garcia-Godoy F, Hargreaves KM. Regenerative endodontics: a review of current status and a call for action. J Endod. 2007;33(4):377-90.**

**8. EKLER**

**8.1. EK-1**

**8.2. EK-2**

## 9. ÖZGEÇMİŞ

### A. KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Burcu ATEŞ

Doğum Tarihi ve Yeri: 08.04.1993 İZMİR/BORNOVA

Görev Yeri: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

### B. EĞİTİM BİLGİLERİ

İlköğretim: Dokuz Eylül İlköğretim Okulu (1999-2004)

Dokuz Eylül İlköğretim Okulu (2004-2007)

Lise: Yunus Emre Anadolu Lisesi (2007-2011)

Lisans Eğitimi Gördüğü Üniversite/Fakülte: Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2011-2014)

Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2014-2017)

Anadolu Üniversitesi/Açıköğretim Fakültesi/Sağlık Kurumları İşletmeciliği (2019-2021)

Uzmanlık Eğitimi Gördüğü Üniversite/Fakülte/Bölüm: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı (2020-2023)

Uzmanlık Eğitimine Başlama Tarihi: 13.01.2020

Rehber Eğitim Sorumlusu: Prof. Dr. Bahar ÖZÇELİK

### C. YABANCI DİL BİLGİLERİ

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce