T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

# TAŞKIN RESTORASYONLARIN ALVEOLAR KEMİĞE ETKİSİNİN PERİAPİKAL RADYOGRAFİ ÜZERİNDEN FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ ile DEĞERLENDİRİLMESİ

DERMAN YÜKSEL

UZMANLIK TEZİ

KOCAELİ-2024

T.C. KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

# TAŞKIN RESTORASYONLARIN ALVEOLAR KEMİĞE ETKİSİNİN PERİAPİKAL RADYOGRAFİ ÜZERİNDEN FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ ile DEĞERLENDİRİLMESİ

DERMAN YÜKSEL

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Prof. Dr. NESLİHAN TEKÇE

KOCAELİ-2024

# ÖZET

## TAŞKIN RESTORASYONLARIN ALVEOLAR KEMİĞE ETKİSİNİN PERİAPİKAL RADYOGRAFİ ÜZERİNDEN FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ ile DEĞERLENDİRİLMESİ

**Amaç:** Taşkın restorasyonların, dişlerin komşuluğundaki alveolar kemikte neden olabileceği osteoporotik değişiklikleri fraktal analiz yöntemini kullanarak incelemektir.

**Yöntem:** Kayıtları incelenen 75172 adet hastadan 320 adet taşkın restorasyonlu ve komşuluğunda diş eksikliği olmayan dişlerin periapikal radyografileri seçildi. Dahil edilme kriterlerine uygun 85 adet periapikal radyografi çalışmada yer aldı. Dahil edilen radyografilere ait hastalar 18 yaşından büyüktü ve kemik metabolizmasını etkileyen sistemik hastalığı veya ilaç kullanımı yoktu. Taşkın kenarlı dişin sarkık kenarının ve normal tarafının interdental trabeküler kemik bölgesinden ilgili alanlar (ROI) Image J versiyon 1.52 software (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) programı yardımıyla seçilip kutu sayma metodu kullanılarak White ve Rudolph'un tasarladığı işlem basamakları ile fraktal boyut elde edildi. Normal dağılıma uygunluk Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. FD değerleri arasındaki ilişki eşli iki örnek t-testi ile değerlendirildi. Aralarındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile sunuldu. Dişin mine-sement sınırından taşkın restorasyonun mesio-distal olarak en uç noktasına ve komşu dişle kontak noktasına çizilen doğrular arasındaki açı belirlendi. Taşkın restorasyon açısının FD değerine etkisi lineer regresyon analizi ile incelendi. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak alındı.

**Bulgular:** Taşkın restorasyonlar en sık maksiller molar bölgede ve disto-oklüzal kavite tiplerinde görüldü. Taşkın tarafta elde edilen FD $0.99 \pm 0.06$ olarak tespit edilirken, kontrol tarafında elde edilen FD $1.04 \pm 0.06$ olarak bulundu. Taşkın taraf FD ve kontrol taraf FD bağımlı t-testi ile karşılaştırıldığında aralarındaki farklılığın istatiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p<0.001$). Açının FD oranına etkisi lineer regresyon analizi ile değerlendirildi ve anlamlı sonuç bulunamadı ($F=0.072$, $p=0.789$).

**Sonuç:** Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre taşkın restorasyonlar, alveolar kemikte gözle görülmeyen kayıplara neden olmakta ve bu etki fraktal analiz yöntemiyle ortaya konabilmektedir.



**Anahtar Kelimeler:** Taşkın Restorasyonlar, Alveolar Kemik, Fraktal Analiz.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE EFFECT OF OVERHANGING RESTORATIONS ON ALVEOLAR BONE USING THE FRACTAL ANALYSIS METHOD ON PERIAPICAL RADIOGRAPHS

**Purpose:** To investigate the osteoporotic changes in the alveolar bone adjacent to teeth caused by overhanging restorations using the fractal analysis method.

**Methods:** From 75172 patients whose records were reviewed, 320 periapical radiographs of teeth with overhanging restorations and no adjacent tooth loss were selected. A total of 85 periapical radiographs that met the inclusion criteria were included in the study. Patients whose radiographs were included were over 18 years of age and had no systemic disease or use of medications that affected bone metabolism. The regions of interest (ROI) from the interdental trabecular bone region of the overhanging edge and the normal side of the tooth were selected using Image J version 1.52 software (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA), and the fractal dimension was obtained using the box-counting method and the procedures developed by White and Rudolph. Compliance with the normal distribution was analysed using the Kolmogorov-Smirnov test. The relationship between FD values was assessed by paired two-sample t-test. The relationship between them was expressed by Pearson correlation coefficient. The angle between the lines drawn from the sementoenamel junction of the tooth to the mesio-distal extreme point of the overhanging restoration and the contact point with the adjacent tooth was determined. The effect of overhanging restoration angle on FD value was analysed by linear regression analysis. The significance level was set at $p<0.05$.

**Results**: The overhanging restorations were most commonly found in the maxillary molar regions and in the disto-occlusal cavity types. The FD obtained on the overhang side was $0.99 \pm 0.06$, while the FD obtained on the control side was $1.04 \pm 0.06$. When FD on the overhang side and FD on the control side were compared by dependent t-test, the difference between them was statistically significant ($p<0.001$). The effect of angle on FD

ratio was evaluated by linear regression analysis and no significant result was found. (F=0.072, p=0.789).

**Conclusion:** According to the results of this study, overhanging restorations cause invisible loss of alveolar bone, and this effect can be demonstrated by fractal analysis.

**Keywords:** Overhanging Restorations, Alveolar Bone, Fractal Analysis

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini esirgemeden yol gösteren, her zaman desteğini hissettiren, akademik anlamda gelişmemiz için çok çabalayan saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Neslihan TEKÇE'ye

Mesleki bilgi ve tecrübelerini paylaşmaktan çekinmeyen, her problemimizde yardımcı olmak için elinden geleni yapan Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Başkanımız sayın Prof. Dr. Haluk Emre ÖZEL'e,

Tez çalışmamda büyük bir özveriyle bana yardımcı olan ve elinden gelen desteği esirgemeyen, her aklıma takılan soruyu rahatça sorabildiğim ve sabırla cevap alabildiğim, ailemden biri gibi olan sevgili dostum Alican KURAN'a,

Burda bana bir aile olan, yalnızlık hissettirmeyen, birlikte çok eğlendiğim, yokluklarında eksik hissettiğim sevgili arkadaşlarım Göktuğ YERSEL, Dilber ÇÖLKESEN, Ozan SÖZBİR, Ayşe SÖZBİR, Betül Sena BAŞ, Hilal LAÇİN, Aytaç ÜZEL Seda ÜZEL'e

Klinik anlamda bana çok fazla şey öğreten, içinden çıkamadığım durumlarda yardımıma koşan, örnek alınabilecek sevgili kıdemlilerim Şeyma Nilgün BALCI, Çiğdem AKUÇ TAŞAN, ve Sevde TOK KURŞUN'a

Birlikte çalışmaktan çok keyif aldığım diğer Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi çalışma arkadaşlarım Ahmet F. ŞİRİN, Meltem OĞHAN, Engin SAÇU, Vildan TURGUT, Mehmet Can ARARAT, Gaye ÇAKIR, Gülçin ÇIRAK ve kıymetli bölüm personellerimize,

Bu günlerime gelmemde büyük emeği olan, beni okutmak için her türlü zorluğa katlanan, fedakar canım anne ve babama,

Canımın bir parçası ve sevgisini kalbime sığdıramadığım sevgili kardeşim Emir ERDURAN'a

Birlikte geçirdiğimiz geçmiş ve gelecek yıllarımı anlamlı kılan, yuvammış gibi hissettiğim en büyük destekçim sevgili eşim Kürşat Fatih YÜKSEL'e

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

# ORİJİNALLİK BİLDİRİMİ

Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bilim Uzmanlığı olarak hazırlayıp sunduğum "TAŞKIN RESTORASYONLARIN ALVEOLAR KEMİĞE ETKİSİNİN PERİAPİKAL RADYOGRAFİ ÜZERİNDEN FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ ile DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı tezimde başka kaynaklardan yararlanılarak kullanılan yazı, bilgi, şekil, tablo ve diğer malzemeler kaynakları gösterilerek verilmiştir. Tezimde yer alan deneysel çalışmalar/araştırmalar bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yapılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususlar bir intihal programı (Turnitin vb.) kullanılarak test edilmiş olup, doğruluğunu beyan ederim.

16/07/2024

Derman YÜKSEL

**İÇİNDEKİLER**

**ÖZET**.....v
**ABSTRACT**.....vi
**TEŞEKKÜR**.....viii
**ORİJİNALLİK BİLDİRİMİ**.....x
**İÇİNDEKİLER**.....xi
**KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER**.....xiii
**ŞEKİLLER**.....xiv
**TABLOLAR**.....xv
**1. GİRİŞ ve AMAÇ**.....1
**2. GENEL BİLGİLER**.....3

**2.1. Preparasyon ve Çürük Dokunun Uzaklaştırılması**.....3

**2.2. Arayüz Restorasyonlar**.....4

**2.3. Taşkın Restorasyonlar**.....5

*2.3.1. Taşkın Restorasyonların Periodonsiyuma* Etkisi.....5

*2.3.2. Taşkın Restorasyonların Tespit* Edilmesi.....6

*2.3.3. Taşkın Restorasyonların* Önlenmesi.....7

**2.4. Posterior Bölge Matriks Sistemleri**.....8

*2.4.1.Çevresel Matriks* Sistemleri.....8

*2.4.1.1. Tofflemire* Matriksler.....8

*2.4.1.2.* Automatrix.....9

*2.4.1.3. Metafix ve Lucifix Matriksler*.....10

*2.4.1.4. SuperMat Matriks Sistemi*.....11

*2.4.1.5. Omnimatriks Sistemler*.....11

*2.4.2. Bölümlü Matriks Sistemleri*.....12

*2.4.2.1. Yengeç Matriks*.....13

*2.4.2.2. Palodent Matriks*.....14

*2.4.2.3. Composi-Tight Matriks*.....14

*2.4.2.4. Composi-Tight Gold Matriks*.....15

*2.4.2.5. Composi-Tight 3D Matriks*.....16

*2.4.2.6. V3 Ring Sistemi*.....17

**2.5. Kamalar**.....18

**2.6. Alveolar Kemik**.....21

**2.7. Fraktal Geometri…….22**

*2.7.1. Fraktal Çeşitleri*.....**22**

*2.7.2. Fraktal Analiz ve Fraktal Boyut*.....**24**

*2.7.3. Trabeküler Kemiğin Fraktal Özelliği*.....**25**

*2.7.4. Diş Hekimliğinde Fraktal Analizin Kullanım Alanları*.....**25**

*2.7.5. Panaromik Radyografiler ve Fraktal Analiz*.....**27**

*2.7.6. Periapikal Radyografiler ve Fraktal Analiz*.....**27**

*2.7.7. Bite-wing Radyografiler ve Fraktal Analiz*.....**28**

*2.7.8. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiler ve Fraktal Analiz* .....**28**

**3. GEREÇ ve YÖNTEMLER …….29**

**3.1. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi……29**

**3.2. Verilerin Toplanması……..29**

**3.3. Görüntülerin Elde Edilmesi……...30**

**3.4. İlgili Alanların Seçimi…….30**

**3.5. Fraktal Analiz Basamaklarının Uygulanması……..31**

**3.6. Fraktal Boyutun Ölçülmesi……....32**

**3.7. Taşkın Restorasyon Açısının Ölçülmesi……....33**

**3.8. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısının Hesaplanması…….33**

**3.9. İstatistiksel Analiz……...33**

**4. BULGULAR……..35**

**5. TARTIŞMA……...37**

**6. SONUÇ……..43**

**7. KAYNAKÇA……44**

**8. ÖZGEÇMİŞ……..54**

## KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER

| | |
|---|---|
| ° | Derece |
| **%** | Yüzde |
| < | Küçüktür |
| > | Büyüktür |
| **=** | Eşittir |
| **ark** | Arkadaşları |
| **vb** | Ve benzeri |
| **kVp** | Enerji |
| **mA** | Miliamper |
| **mm** | Milimetre |
| **sn** | Saniye |
| **CAD/CAM** | Bilgisayar Destekli Tasarım/ Bilgisayar Destekli Üretim |
| **CBCT/KIBT** | Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi |
| **CEJ** | Mine Sement Sınırı |
| **FA** | Fraktal Analiz |
| **FB** | Fraktal Boyut |
| **FD** | Fraktal Değer |
| **ICC** | Sınıf içi korelasyon katsayısı |
| **NO** | Obje sayısı (number of objects) |
| **PA** | Periapikal |
| **ROI** | Region of Interest |
| **TME** | Temporomandibular eklem |

# ŞEKİLLER

**Şekil 2.1.** Tofflemire matriks ve konturlu bantları.....**9**
**Şekil 2.2.** Automatrix.....**10**
**Şekil 2.3.** Metafix.....**10**
**Şekil 2.4.** SuperMat matrix.....**11**
**Şekil 2.5.** Omni-matrix.....**12**
**Şekil 2.6.** Bölümü matriksler ve ayırma halkaları.....**13**
**Şekil 2.7.** Yengeç matriks ve bandı.....**14**
**Şekil 2.8.** Palodent matrix.....**14**
**Şekil 2.9.** Composi-Tight matrix.....**15**
**Şekil 2.10.** Composi-Tight Gold matrix.....**15**
**Şekil 2.11.** Composi-Tight 3D Soft-Face Ring.....**16**
**Şekil 2.12.** Farklı ayırma halkaları ve matriks bantları.....**17**
**Şekil 2.13.** V3 matriks ve Wave-Wedge kamalar.....**17**
**Şekil 2.14.** Triodent V3 Ring.....**18**
**Şekil 2.15.** Anatomik ahşap kama.....**19**
**Şekil 2.16.** Transparan ve opak plastik kamalar.....**20**
**Şekil 2.17.** Kavisli kamalar.....**20**
**Şekil 2.18.** Forseps yardımıyla yerleştirilen elastik kama .....**21**
**Şekil 2.19.** Fraktal ağaç.....**22**
**Şekil 2.20.** Kar taneleri.....**23**
**Şekil 2.21.** Eğrelti otu.....**23**
**Şekil 2.22.** Mandelbrot kümesi.....**23**
**Şekil 3.1.** Güç analiz grafiği.....**29**
**Şekil 3.2.** ROI seçimi.....**31**
**Şekil 3.3.** Fraktal analiz basamakları.....**32**
**Şekil 3.4.** Logaritmik ölçek.....**32**
**Şekil 3.5.** Taşkın restorasyon açısının belirlenmesi.....**33**

## TABLOLAR

**Tablo 4.1**.Demografik özelliklere ait tanımlayıcı istatistikler.....**35**
**Tablo 4.2.** Taşkın ve Kontrol fraktal değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi.....**36**
**Tablo 4.3.** Taşkın restorasyon açısının etkisinin incelenmesi.....**36**

# 1.GİRİŞ

Arayüz restorasyonlarda, restoratif materyalin iyatrojenik bir hatayla kavite ve preparasyon sınırlarının ötesine uzanması sonucu taşkın restorasyonlar meydana gelmektedir (Brunsvold & Lane, 1990). Bu taşkın kenarlar, dişlerin herhangi bir yüzeyinde oluşabileceği gibi sıklıkla marjinlere erişilmesi ve görülmesi zor olan posterior bölgedeki dişlerin arayüzlerinde görülmektedir (Arneberg vd., 1980). Bu bölgelere erişimin sınırlı olması sonucu matriks ve kama sistemlerinin uygun şekilde yerleştirilememesi, cila prosedürlerinin yetersiz yapılması ve bazen posterior dişlerin servikal bölgelerindeki konkavite gibi morfolojik malformasyonlar en sık sebepler arasında gösterilmektedir (Schwartz vd., 1996). Günümüzde hala karşılaşılan taşkın restorasyonların tespit edilmesi önem teşkil etmektedir. Restore edilmiş dişlerin marjinal uyumunun değerlendirilmesi ve taşkın restorasyonların tespiti için en uygun yöntemin klinik ve radyolojik muayenenin beraber uygulanmasıdır (Larson, 2012; Pack vd., 1990; Papageorgiou vd., 2013; Parsell vd., 1998).

Matriks sistemlerinin etkileri üzerine yapılan çalışmalarla; metal matriks ve şeffaf matriksler kıyaslandığında şeffaf matrikslerde daha fazla marjinal çıkıntı gözlemlenmiş (Müllejans vd., 2003), çevresel ve kesitsel matriks sistemleri kıyaslandığında ise kesitsel matrikslerde marjinal çıkıntı oranı daha yüksek bulunmuştur (B. a. C. Loomans vd., 2009). Geliştirilen matriks sistemleri ve ayırma halkalarının marjinal sarkmayı tamamen engelleyemediğini de belirtmişlerdir (B. A. C. Loomans vd., 2012).

Restoratif materyalin türünün de çıkıntı oluşumuyla ilgili olduğu düşünülerek Frankenberger ve ark. akışkan ve viskoz kompozit rezinleri kıyaslamışlar ve akışkan kompozit rezinlerde daha fazla marjinal taşkınlık gözlemlemişlerdir (Frankenberger vd., 1999a).

Taşkın restorasyon marjinleri, periodontal sağlığı etkileyen lokal faktörlerden biridir. Bu sarkık kenarlar hastaların yeterli hijyeni sağlayamaması sonucu plak birikimine, mikrobiyal florada değişimlere, dişetinde inflamasyon artışına ve alveolar kemik yıkımlarına kadar varan durumlara yol açmaktadır (Björn vd., 1969; Carranza vd., 2006; J. T. Chen vd., 1987; Eid, 1987; Gaudie, 1985; Kells & Linden, 1992; Lervik vd., 1984; Padbury vd., 2003; Parsell vd., 1998). Tespit edilmesi zor olan küçük sarkık kenarların bile plak birikimine ve tekrarlayan çürüklere neden olduğu belirtilmiştir (Mjör, 2005a; Mjör & Gordan, 2002). Taşkın kenarların ortadan kaldırılmasıyla dişeti enflamasyonunun azaldığı ve alveolar kemik desteğinin arttığı gözlemlenmiştir (Carranza vd., 2006).

Fraktal geometri, Mandelbrot tarafından ortaya atılan özellikle kırık, pürüzlü veya karmaşık yapıdaki doğal nesneleri tanımlamak ve hesaplamak için Öklid geometrisinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılan bir tanımdır. Bu nesnelerin detaylı yapısı ve düzensiz şekilleri, Fraktal geometri ile daha doğru bir şekilde ifade edilip anlaşılmıştır (Gomory, 2010). Fraktal özellik gösteren varlıklarda kendini tekrar etme özelliği olan 'kendine benzerlik' söz konusudur (Sánchez & Uzcátegui, 2011). Karmaşık varlıkların düzensizliğini ölçmek için fraktal analiz yöntemi kullanılabilir ve elde edilen matematiksel değer fraktal boyut olarak tanımlanmaktadır (Güngör vd., 2016; Sener vd., 2015; Sun vd., 2006). Bu ölçümler genellikle dijital radyografiler üzerinden gerçekleştirilmektedir ve fraktal boyut değeri kesirli bir sayıya denktir. Elde edilen ölçümler karmaşıklık veya pürüzlülük kavramıyla ilişkilendirilmektedir (Cross, 1994; Pentland, 1984; S. C. White & Rudolph, 1999).

Alveolar kemikteki trabeküler yapı, birbiriyle olan rastgele bağlantısı ve kendine benzerliğiyle fraktal özellik göstermektedir. Kemikteki bu fraktal şekillerin fraktal analiz ile ölçülmesiyle matematiksel olarak kesirli bir sayı elde edilir (Geraets & van der Stelt, 2000). Bu değer küçükse kemiğin yapısı porözlü, büyükse daha yoğun ve karmaşıktır. (Sanchez-Molina vd., 2012; Southard vd., 1996). Diş hekimliğinde, trabeküler kemiğin fraktal özelliğinden faydalanarak çene kemiklerinin yapısını fraktal analiz ile inceleyen çok sayıda çalışma mevcuttur (Sánchez & Uzcátegui, 2011). Ancak taşkın restorasyonların alveolar kemikteki etkisini fraktal analiz yöntemi kullanarak inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmuştur. Bu çalışmanın amacı taşkın restorasyonların alveolar kemiğe etkisini fraktal analiz yöntemiyle incelemektir.

Bu çalışmanın test edilecek kör hipotezi 'Taşkın restorasyonların, trabeküler kemiğin fraktal boyut değerleri üzerine etkisi yoktur.' şeklindedir.

# 2.GENEL BİLGİLER

## 2.1.PREPARASYON VE ÇÜRÜK DOKUNUN UZAKLAŞTIRILMASI

Diş preparasyonu, çürük lezyonları ve diş sert dokusundaki diğer hasarların biyomekanik olarak uzaklaştırılmasıdır. Bu işlem, kalan diş yapısını koruyarak oklüzal stresi tolere eden ve hastalığın tekrarını önleyen bir restorasyonun yerleştirilebilmesine zemin sağlar (Mondelli vd., 2002).

Diş preparasyonunun asıl amaçları: çürük lezyonu uzaklaştırabilecek bir ulaşım sağlamak, restorasyon kenarlarını sınırlayan net marjinler oluşturmak, restoratif materyalin yerinden oynamaması ve gelen okluzal kuvvetlerle kırılmaması için ideal bir kavite şekli sağlamaktır (Ritter vd., 2019).

Geleneksel olarak dişin preparasyonu, ister amalgam, ister seramik, ister indirekt metal restorasyonlar olsun, restoratif materyalin temel taşı olarak kabul edilir. Bu temel sağlam olmazsa restorasyon, dışardan gelen kuvvetlere karşı dayanıksız olacağı belirtilmiştir (McGehee vd., 1956).

1908 yılında Greene Vardiman Black, diş preparasyonunun biyolojik, mekanik ve estetik gereklilikleri doğrultusunda bazı adımların uygulanması gerektiğini savunmuştur (Black, 1908; Mondelli vd., 2002; Schwartz vd., 1996). Bu geleneksel adımlar daha çok adeziv olmayan restorasyonlar için geçerli olmakla birlikte asıl olarak amalgam restorasyonlar için oluşturulmuştur. Black, koruma amacıyla genişletme (extension for prevention) ilkesini savunarak kavite kenarlarının çiğneme esnasında dil, dudak, yanak hareketleriyle temizlenebilir bölgelere uzanması gerektiğini önermiştir. Bu prensibe göre oklüzal oluk ve fissürler preparasyona dahil edilmiştir (Black, 1908).

Geleneksel kavite açma prensibine göre çürük ve çürükten etkilenmiş diş sert dokularının tamamı uzaklaştırılması gerektiği düşünülürdü. Güncel yaklaşım ise sağlıklı veya remineralize olma şansı olan çürükten etkilenmiş dokular kaldırılmadan yalnızca yumuşak ve enfekte dentin uzaklaştırılması yönündedir (J. M. White & Eakle, 2000). Böylelikle konservatif tedaviler benimsenmiş, restoratif materyalin sığabileceği ve aktif çürüğün uzaklaştırıldığı preparasyonlar yapılmaktadır. Bu sayede sağlam diş sert dokuları korunup hasarlı bölgeler uzaklaştırılır (Torres, 2019)

## 2.2. ARAYÜZ RESTORASYONLAR

Günümüzde gelişmiş bonding sistemleri sayesinde kavite tasarımları yalnızca çürük ve hasarlı bölgenin kaldırılmasıyla sınırlanmıştır (Zieniewska vd., 2020). Geçmişte amalgam kullanımı nedeniyle retantif kaviteler açılırken kompozit rezinler ve bonding sistemleri sayesinde daha konservatif tedaviler yapılabilmektedir (Correa vd., 2012). Kompozit rezinler standart Black kaviteleri gerektirmeksizin her kavite formuna uyarlanabilir böylece sağlam diş dokusunda minimum kayıpla dişler restore edilebilmektedir (Walls vd., 1988). Bu sayede arka dişlerin arayüz çürüklerinde tünel kavite, vertikal slot, horizontal slot ,bileşik oklüzal-proksimal gibi preparasyonların uygulanabilirliği artmıştır (Bohaty vd., 2013; Wiegand & Attin, 2007).

Kaybedilen diş dokularının yerine konması için direkt, yarı-direkt, indirekt gibi tedavi seçenekleri vardır (Dietschi & Spreafico, 1997). Direkt teknikte prepare edilmiş diş üzerine restoratif materyal hekim tarafından yerleştirilir ve şekillendirilir. Böylece tek seansta restorasyon tamamlanmış olur. Yarı-direkt teknikte restorasyon yine tek seansta tamamlanır ancak restorasyon ağız dışında şekillendirilip sonrasında dişe simante edilir. İndirekt teknik ise minimum 2 seans gerektirir. Prepare edilmiş dişin silikon ölçü maddeleri veya ağız içi tarayıcılarla ölçüsü alındıktan sonra geleneksel yöntemlerle veya CAD/CAM sistemlerle üst restorasyonu elde edilir. İkinci seansta bu restorasyon dişe simante edilir (Torres, 2019).

Arayüzü de kapsayan çürük lezyonların tedavisinde doğal konturu sağlayarak diş formunu yeniden oluşturmak önemlidir (Chuang vd., 2011; Raghu & Srinivasan, 2011). Hatalı veya eksik oluşturulmuş proksimal kontaklar besin sıkışmasına neden olarak periodontal hastalıklara ve tekrarlayan çürüklere neden olabilmektedir (Dörfer vd., 2000). İdeal bir interproksimal temasın nokta şeklinden ziyade bir yüzey olması ve konveks olması gerektiği önerilmektedir (Tarnow vd., 1992).

İdeal bir kontak yüzeyi oluşturmanın yanı sıra arayüz restorasyonların marjinal uyumu da dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Alveolar kemik kreti ile sulkus tabanı arasındaki en az 2 mm'lik mesafeye biyolojik genişlik denir ve restoratif materyalin bu genişliği ihlal etmemesi gereklidir. Restorasyon marjininin mümkün oldukça sulkus tabanından uzağa yerleştirilmesi önerilmektedir. Biyolojik genişliği ihlal eden restorasyon marjinleri, biyofilm tabakasının uzaklaştırılamamasına ve o bölgede enflamasyona neden olabilmektedir (Ritter vd., 2019).

## 2.3. TAŞKIN RESTORASYONLAR

Arayüz restorasyonlarda marjinlere erişim sınırlıdır bu yüzden, interproksimal marjinin yerleştirilmesi, kontrol edilmesi ve modifiye edilmesi veya cilalanması zordur (Millar & Blake, 2019). Her ne kadar bu durum kompanse edilmeye çalışılsa da restorasyonun kavite sınırlarını aşmasından kaçınılamayabilir. Bu durum sonucu kavite sınırlarını aşan restorasyonlara taşkın restorasyon denir (Brunsvold & Lane, 1990).

Arayüz restorasyonlarda matriks ve kama sistemlerin yetersiz kullanılması sonucu proksimal çıkıntılar oluşur ve ağız hijyeni sırasında ulaşılması zor bir alan oluşturarak biyofilmin yapışmasına neden olur (Torres, 2019).

Taşkın restorasyon prevelansının restore edilen yüzeylerin %25 ila %76'sı arasında olduğu bildirilmiştir (Brunsvold & Lane, 1990). Çıkıntılar dişin herhangi bir yüzeyinde oluşabilir, ancak servikal bölgede konkaviteleri olan posterior dişlerin proksimal yüzeylerini içeren restorasyonlar daha fazla risk altındadır (Arneberg vd., 1980). Servikal bölgedeki konkavite, yiv ve furkasyon gibi morfolojik varyasyonlar, matriks bandının ve kamanın dişeti kavitesi sınırına uygun şekilde yerleştirilmesini zorlaştırarak taşkın restorasyonlara neden olabilir (Schwartz vd., 1996).

### *2.3.1. Taşkın Restorasyonların Periodonsiyuma Etkisi*

Dental plak ve diş taşının yanı sıra, sarkan restorasyon marjinleri de periodontal sağlığı tehlikeye atan lokal irritanlar olarak belirtilmiştir. Dental restorasyonların sarkan kenarları plak birikimini desteklemekte, uygun ağız hijyeni önlemlerine müdahale ederek mikrobiyal florada değişikliğe neden olmaktadır (Björn vd., 1969; J. T. Chen vd., 1987; Eid, 1987; Gaudie, 1985; Kells & Linden, 1992; Lervik vd., 1984; Padbury vd., 2003). Tek başına bir arayüz restorasyonun komşu periodontal dokularda inflamatuar bir reaksiyona neden olmak için yeterli olduğuna ve restorasyon marjini subgingival olarak yerleştirildiğinde bu etkinin yoğunlaştığını belirtilen çalışmalar vardır (Broadbent vd., 2006; Pack vd., 1990; Reitemeier vd., 2002).

Tespiti zor olan küçük sarkık kenarların bile diş yüzeylerinde plak birikimine neden olduğu ve buna bağlı olarak tekrarlayan çürüklerin görüldüğü belirtilmiştir (Mjör, 2005; Mjör & Gordan, 2002).

İnterproksimal alanda sarkık amalgam kenarları periodonsiyum ve diş arasındaki dinamik ilişkinin bozulmasına neden olarak alveolar kemik yüksekliğinde azalmaya yol açtığı belirtilmiştir (Carranza vd., 2006; Parsell vd., 1998; Thomas, 1949).

Taşkın restorasyonlu dişlerde, olmayanlara göre daha fazla plak birikimi, artmış dişeti iltihabı, klinik ataçman kaybı, daha derin periodontal cep ve artmış kemik kaybı gözlemlenmiştir (Björn vd., 1969; Brunsvold & Lane, 1990; Burch vd., 1976; J. T. Chen vd., 1987; Claman vd., 1986; Eid, 1987; Gilmore & Sheiham, 1971; Gorzo vd., 1979; Jeffcoat & Howell, 1980; Kells & Linden, 1992; Leon, 1976; Parsell vd., 1998; Roman-Torres vd., 2006; Than vd., 1982; Topic, 1986). Çıkıntının boyutu ile periodonsiyumdaki yıkım arasında anlamlı ilişki olduğunu savunan araştırmacılar olmuştur (Björn vd., 1969; Gilmore & Sheiham, 1971; Jeffcoat & Howell, 1980).

Taşkın kenarlı restorasyonların yerleştirilmesini takiben, kronik periodontitis ile yakından benzerlik gösteren bir subgingival flora tespit edilmiştir. Gram-negatif anaerobik bakteri, siyah pigmentli bakteroid oranlarında  ve anaerob fakültatif bakteri oranında artış kaydedilmiştir (Lang vd., 1983).

### *2.3.2. Taşkın Restorasyonların Tespit Edilmesi*

Restorasyon kenarlarının marjinal uyumu periodontal hastalıkların ve tekrarlayan çürüklerin önlenmesi için önemli bir kriterdir.(Felton vd., 1991; Larson, 2012; Mjör, 2005b; Papageorgiou vd., 2013; Sorensen vd., 1986) İnterproksimal ve subgingival marjinlerin değerlendirilmesi zorlayıcıdır ve araştırmacılar hem klinik (görsel muayene ve sondla) hem de radyografik yöntemlerle değerlendirmenin faydalı olacağını savunmuşlardır (Larson, 2012; Papageorgiou vd., 2013; G. P. Smith, 1957; Spedding, 1984).

Hatalı restorasyonlar her zaman bir sorun teşkil etmese de marjinal uyumsuzluğun doğru teşhisi, diş ve çevresindeki dokuların bakımı açısından önemlidir. Radyografik tekniğin ve restoratif materyalin radyoopasitesi marjinal uyumsuzlukların değerlendirilmesinde etkili olabilir (Mjör, 2005a). Geleneksel ve dijital radyografilerin çürük lezyonların tespitinde, kök uzunluğunun ve kırıklarının tespitinde, periodontal ve peri-implant kemik durumunun değerlendirilmesinde benzer doğruluk göstermişlerdir (Haak vd., 2001; Mohtavipour vd., 2011; Mörner-Svalling vd., 2003; Tofangchiha vd., 2011).

Bir çalışmaya göre kompozit rezin restorasyonların marjinal uyumunu değerlendirmede geleneksel ve dijital röntgenlerin benzerlik gösterdiği görülmüştür. Ayrıca

marjinal çıkıntılar, marjinal boşluklara göre daha kolay ayırt edilebilmiştir. Sınıf II kompozit restorasyonların marjinal adaptasyonunun değerlendirilmesinde dijital radyografik sistemlerin geleneksel X-ışını görüntülerine benzer olduğu sonucuna varılmıştır (Haak vd., 2002).

Taşkın kenarlı restorasyonları sadece ağız içi muayene ile teşhis etmek her zaman mümkün olmayabilir. Bu yüzden, sarkan marjinleri teşhis etmenin en güvenilir yolu hem klinik hem de radyografik olarak değerlendirmektir (Pack vd., 1990; Parsell vd., 1998). Bir restorasyonun taşkınlığı, sondla restorasyon-diş birleşiminde ileri geri hareket ettirilerek belirlenebilir. Eğer sond, restorasyon-diş birleşiminde durup restoratif materyalin üzerinden dışa doğru hareket ederse taşkınlık mevcuttur denilebilir (Ritter vd., 2019).

Taşkın restorasyonların radyolojik muayenesinde intraoral ve ekstraoral radyografilerden faydalanılabilir. İntraoral olarak sıklıkla periapikal ve bite-wing radyograflar kullanılırken, ekstraoral olarak panoromik ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografiler kullanılabilir (Tarcin vd., 2023).

### *2.3.3. Taşkın Restorasyonların Önlenmesi*

Restoratif diş tedavisinde asıl amaç çürük, kırık gibi nedenlerle kaybolan dokuyu dişin morfolojisine en uygun şekilde yeniden oluşturmaktır. Taşkın kenar olmadan optimum marjinal adaptasyonla beraber sıkı bir arayüz kontak oluşturabilmek önemli bir hedeftir (B. a. C. Loomans vd., 2009).

Arayüzdeki sıkı bir kontağın yanında dişin aproksimal konturu büyük önem taşır. İyi konturlu bir proksimal yüzey, gıda sıkışmasını önleyerek interdental temizliği kolaylaştırır, her ikisi de sağlıklı interdental papillaları korumak için önemli faktörlerdir (Barnes vd., 1991).

Matriks bantları ve kamalar proksimal bölgede sarkan marjinleri önlemek için yaygın olarak kullanılır. Uygulanan kama, matriks ve kavite arasındaki mesafeyi kapatarak bandın kalınlığını telafi eder (Eli vd., 1991).

Matriks bandının sınıf II kavitelerde gingival basamağı sararak fazla restoratif materyalin taşmasını önlemesi gerekir (Gilmour vd., 2008). Bu amaçla matriks bantlarını sabitleyen farklı yapılarda kamalar kullanılır. Bu kamalar dişetini travmatik olmayacak şekilde ekarte ederek geçici bir hemostaz sağlar.

## 2.4.POSTERIOR BÖLGE MATRİKS SİSTEMLERİ

Bir matriks sisteminin asıl görevi, eksik duvarları telafi ederek dolgu malzemesini korumak ve böylece dişin eski şeklini, doğal anatomisini ve morfolojisini yeniden kazandırmaktır (B. a. C. Loomans vd., 2006).

İdeal bir proksimal temas elde etmek için ticari matriksler sürekli olarak geliştirilmektedir. Tutucuların kullanıldığı ya da kullanılmadığı ayırma halkaları ile kombine edilmiş, önceden şekillendirilmiş ve şekillendirilmemiş, düz, kesitsel ve çevresel metal ya da plastik matriks bantları piyasaya sürülmüştür (Kampouropoulos vd., 2010).

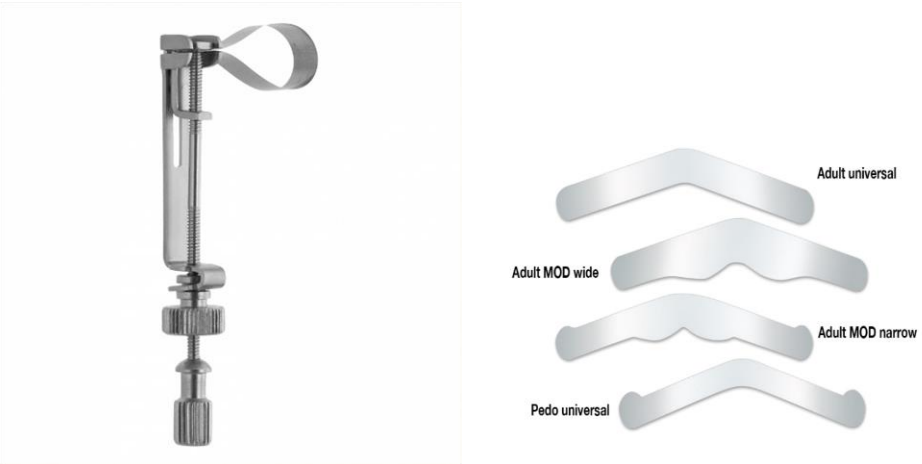
### *2.4.1.Çevresel Matriks Sistemleri*

Bu sistemler Sınıf II kavitelerin, interproksimal lingual ve/veya bukkal çizgi açısını aştığında, kullanımı endikedir. Geleneksel çevresel matriks sistemleri, Tofflemire tutucusu ve bunun bandından oluşur. Tutucunun konumu veya ağırlığı matriks bandının doğru konumlandırılmasını engellediği durumlarda tutucusuz bir matriks bandı tercih edilebilir. Matriks sistemleri genellikle matriks gerdirme cihazlarıyla sıkılır, ancak yeni bir yaklaşım olarak, elle sıkıştırılabilen tutucusuz bir matriks sistemine yönelim gözlenebilir. Bu yaklaşım, gerdirme cihazına olan ihtiyacı ortadan kaldırır, ancak bazı zor ulaşılabilir bölgelerde, sıkma işlemini tamamlamak için ek araçlara ihtiyaç duyulabilir. Herhangi bir çevresel matriks tipine bakılmaksızın, önceden şekillendirilmiş bir bandın kullanılması, optimum temas yüksekliğinin ve insizal-diş eti temas pozisyonunun elde edilmesine yardımcı olabilir. Bu yaklaşım, matriks sistemlerinin esnekliğini artırırken, uygulama alanlarında da kullanım kolaylığı sağlayabilir (Lawson vd., 2021).

#### *2.4.1.1.Tofflemire matriksler*

Dr. Joseph B.F. Tofflemire tarafından 1946 yılında tanıtılan Tofflemire tutucu ve bandı (evrensel matriks sistemi olarak da bilinir), günümüzde hala kullanılmaktadır (Şekil 2.1). Geleneksel Tofflemire sistemlerinde, interproksimal bölgede seperasyon elde etmek için bir kama kullanılır. Ancak, Tofflemire matriksleri marjinal sırtta anatomik olmayan ve desteklenmeyen nokta temaslarıyla da ünlüdür. Bu durum, kırılma riskini artırabilir. Ayrıca, bu tekniğin oluşturduğu büyük servikal embrasürler, çiğneme sırasında kaçınılmaz olarak lateral gıda impaksiyonuna yol açabilir. Bu nedenle, daha modern ve anatomik olarak desteklenen matriks sistemleri tercih edilebilir, çünkü bunlar daha iyi bir marjinal sırt teması

sağlayarak kırılma riskini azaltabilir ve gıda impaksiyonunu önleyebilir (Garg & Garg, 2010; Lawson vd., 2021).




*Şekil 2.1. Tofflemire matriks ve konturlu bantları (Garg & Garg, 2010)*

### *2.4.1.2.Automatrix:*

Automatrix, diş üzerine yerleştirilen ve özel bir aletle dişe adapte edilen paslanmaz çelik malzemeden yapılmış bir halka bandıdır (Şekil 2.2). Bu bandın yerine sabitlenmesini sağlayan küçük bir pim bulunur. Matriksin çıkarılması için bu pim, özel bir aletle klipslenir ve gevşetilir. Bu sistemde, restore edilen dişi çevreleyen bant, kole bölgesinde daha dar olduğu için gingival yönde dişe iyi bir uyum sağlar. Ancak, formu oklüzal yöne doğru genişlediği için kontak alanı oklüzal yöne doğru yaklaşır ve restorasyonun oklüzal yönde aşırı hacimli olmasına neden olabilir. Bu durum, restorasyonun doğru bir oklüzal ilişki sağlamasını zorlaştırabilir ve estetik veya fonksiyonel sorunlara yol açabilir. Restorasyonun tamamlanmasından özel olarak tasarlanmış paslanmaz çelik kesici bir parça içeren kilitleme aleti ile bant kesilerek dişten uzaklaştırılır. (Waggoner & Nelson, 2019).




*Şekil 2.2. Automatrix*

### *2.4.1.3.Metafix ve Lucifix Matriksler*

Metafix, tek kullanımlık bir matriks sistemidir ve kullanımı sırasında herhangi bir aparat gerektirmez. Anatomik olarak şekillendirilmiş olan bu matriksler, 0.038 mm paslanmaz çelikten üretilmiştir (Şekil 2.3). Özellikle proksimal alanda kullanılmak üzere tasarlanmış olup, insizo gingival boyutu premolarlar için 6.7 mm, molarlar için 6.3 mm ve daha büyük molarlar için 7.8 mm olarak ölçülendirilmiştir.

Aynı üretici firma tarafından sunulan Lucifix adlı sistem anatomik olarak form verilmiş, konturlu şeffaf plastik bir bant ile bu banta entegre edilmiş halka şeklinde bir tutucudan oluşur. Bu sistem, restore edilecek dişe yerleştirilen bandın, halka şeklindeki tutucunun dişe yakın kısmından sıkılarak, bandın dişi sıkıca kavramasını sağlar (Ayaz vd., 2011).




*Şekil 2.3. Metafix (*KERR*)*

### *2.4.1.4.SuperMat Matriks*

Superlock adı verilen bir tabanca yardımıyla dişlere yerleştirilen matriks sistemidir (Şekil 2.4). Bantlar genellikle çelik veya şeffaf plastikten yapılmış olup, kalınlıkları 0,03-0,038-0,050 mm arasında değişirken, yükseklikleri 5,00 mm ve 6,3 mm arasındadır. Dişin boyutlarına göre seçilerek kullanılabilir. Bantlar, okluzal embraşur formuna sahiptir ve kavite uyumları ile sağladıkları kontak formları oldukça iyidir (Ayaz vd., 2011).




*Şekil 2.4. SuperMat matriks sistem (KERR)*

### *2.4.1.5.Omnimatriks*

Ağız içinde istenilen bölgede rahatlıkla kullanılabilen ve özel vidalı başları ile donatılmış matriks bantları bulunmaktadır. Bu bantların konik renkli tutma yerleri, döndürülerek bant büyüklüğünün istenilen şekilde ayarlanmasını sağlar (Şekil 2.5). Omni-Matrix adı verilen bu ürünün pedodontik, şeffaf bantlı ve farklı kalınlıklarda çeşitleri mevcuttur (Ayaz vd., 2011).

Matriks halkaları genellikle tek kullanımlıktır ve paslanmaz çelik veya mylar malzemeden üretilmiş olabilirler. Bu halkalar, hem pediatrik hem de yetişkin boyutlarında mevcut olan matrikslerden oluşur. Tek kullanımlık bantların yükseklik ve kalınlıkları çeşitli renklerle kodlanmıştır (Margolis, 2010).



*Şekil 2.5. Omni-Matrix (ultradent)*

Günümüzde mevcut tekniklerle bile, sınıf II kompozit restorasyonlar sıklıkla marjinal taşkınlıkla sonuçlanmaktadır. Ancak, çevresel matriks sistemleri, geleneksel bölümlü matriks sistemlerine kıyasla marjinal bölgede daha az miktarda materyal taşkınlığına neden olmuştur. Özellikle, metal bantların kullanımı, şeffaf bantlarla karşılaştırıldığında daha düşük marjinal taşkınlıkla ilişkilendirilmiştir. Bu da metal bantların daha rijit yapısının, restorasyon sırasında istenmeyen materyal taşkınlıklarının azalmasına yardımcı olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, kompozit restorasyonların marjinal bölgesinde daha iyi bir uyum ve estetik sağlanması için çevresel matriks sistemlerinin etkin bir seçenek olabileceğini vurgular (B. a. C. Loomans vd., 2009; Müllejans vd., 2003; Opdam vd., 1998).

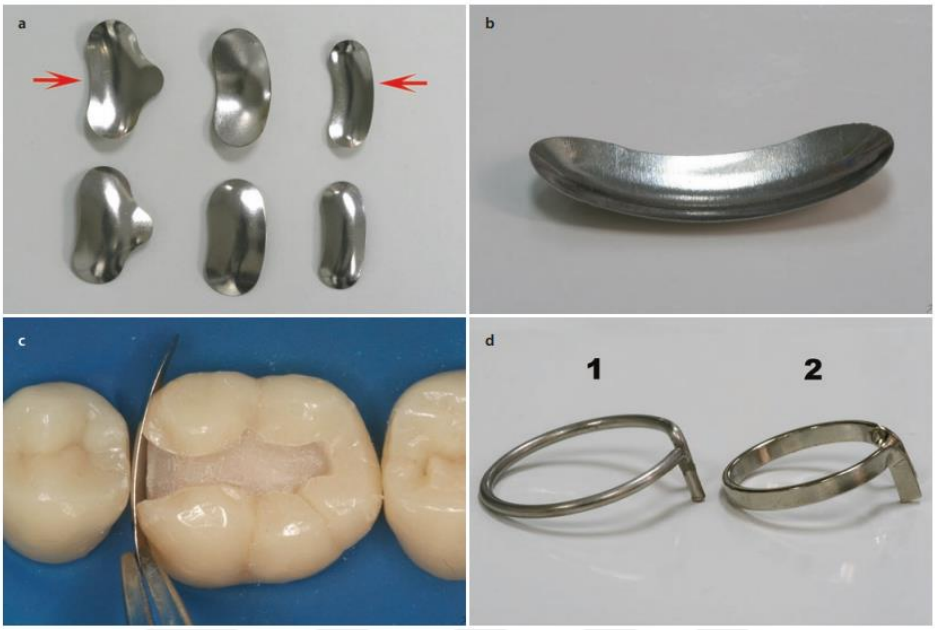
### *2.4.2.Bölümlü Matriks Sistemleri*

Anatomik olarak doğru temaslar elde etmek için, dişler arasında yeterli boşluk sağlamak önemlidir. Bu, hem matriks bant kalınlığını hem de kompozit rezinin polimerizasyon büzülmesini telafi etmek için gereklidir. Posterior kompozit rezin restorasyonların kontaklarına ilk gerçek çözüm bölümlü matriksler ve kontak halkalarının kullanılmaya başlanmasıyla gelmiştir. İlk konturlu bölümlü matriks 1985 yılında Meyer tarafından tanıtılmıştır (Keogh & Bertolotti, 2001).

Bu kontak halkaları temas halindeki dişlerin hafifçe ayrılmasını sağlar ki bu durum posterior kompozit rezin restorasyonlarda sıkı bir kontak elde etmek için gerekli olan şeydir (Keogh & Bertolotti, 2001; Liebenberg, 2002).

1986 yılında Alvin Meyer, proksimal yüzeyin anatomik rekonstrüksiyonunu basitleştiren, önceden konturlanmış yüzeylere sahip, kullanıma hazır kesit matriksleri

üretmiştir. Yana doğru incelendiğinde, bir içbükey ve bir dışbükey kenara sahiptirler. İçbükey taraf diş preparasyonuna bakarken, dışbükey taraf ise komşu dişe bakar (Torres, 2019).




*Şekil 2.6. Bölümlü matriksler ve ayırma halkaları (Torres, 2019)*

*a)Farklı boyutlardaki önceden konturlanmış bölümlü matriks bantları*

*b)Lateralden bakıldığında bandın içbükey tarafı*

*c)Preselle yerleştirilmiş matriks bandı*

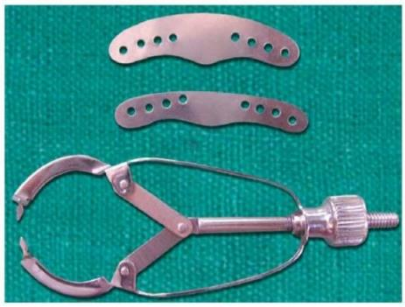
*d)Farklı tiplerde ayırma halkaları*

### *2.4.2.1. Yengeç Matriks*

Genelde bir arayüzü içeren sınıf II restorasyonlarda kullanılır. Bu tutucunun bir ucu sivri çıkıntılı iki yarım daire şeklindeki kollara sahipken; diğer ucunda ise, saat yönünde döndürüldüğünde bu iki ucu birbirine yaklaştıran bir vida bulunur (Şekil 2.7.). Matriks bandının, dişin etrafına tam olarak adapte olabilmesi için, bant bir yandan dişin etrafında tutulurken diğer yandan tutucunun vidası sıkılır. Ardından, matriks bandının dişe daha iyi uyum sağlayabilmesi için bir kama yerleştirilir (Garg, 2015).

Matriks bantlarının konveks uçları, subgingivale uzanan derin proksimal kavitelerin restorasyonunu mümkün kılar. Sağladığı avantajlardan birisi de, dişlerin çok sıkı temasta olması sonucu yerleştirilemeyen çevresel matrikslerin yerine kullanılabilmesidir. Ek olarak,

sıkıca adapte edilebilmesi için komşuluğundaki dişe ihtiyaç duymaz (Kaplan & Schuman, 1986).



*Şekil 2.7. Yengeç matriks ve bandı (Themes, 2015)*

### *2.4.2.2.Palodent Matriks*

Paslanmaz çelik matriks bantları ve bantları sabitleyecek ve seperasyon sağlayacak BiTine halkalardan oluşan sistemlerdir (Şekil 2.8.). Bantlar, 0.04 mm kalınlığa sahiptir ve 5, 6 ve 9mm yükseklik seçeneklerine sahiptir (Ayaz vd., 2011).



*Şekil 2.6. Palodent matriks sistemi (Ayaz vd., 2011)*

### *2.4.2.3.Composi-Tight Matriks Sistemi*

Bu sistem iki farklı (premolar ve molar) tipte G-ring adı verilen paslanmaz çelik halkadan ve matriks bantlarından oluşur (Şekil 2.9.). Bu sistemin matriks bantlarının çok ince olmasından kaynaklı (0.0013 inç) bantlar kolay deforme olabilir ve oluşturulan

kontakların çok sıkı olmaması gibi dezavantajları vardır (Ayaz vd., 2011; Raghu & Srinivasan, 2011).




*Şekil 2.7. Composi-Tight matriks sistemi*

#### *2.4.2.4.Composi-Tight Gold*

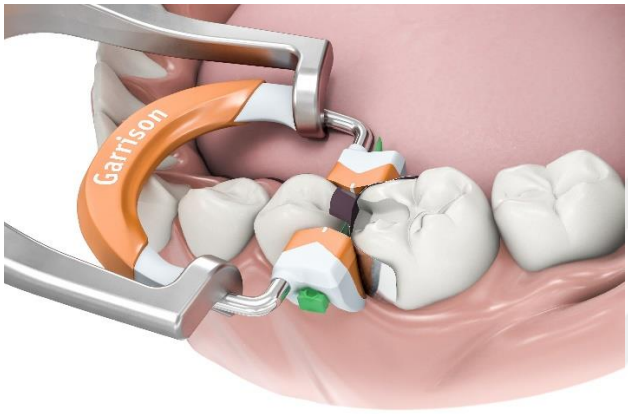
Composi-Tight® Original Sectional Matriks'in halkasının (G-ring) ve bantlarının altından yapılmış versiyonudur. Gold G-Rings® daha güçlü ve daha dayanıklı, altın bantların yerleştirilmesi daha kolaydır ve daha çok yönlü durumdadır (Şekil 2.10.).



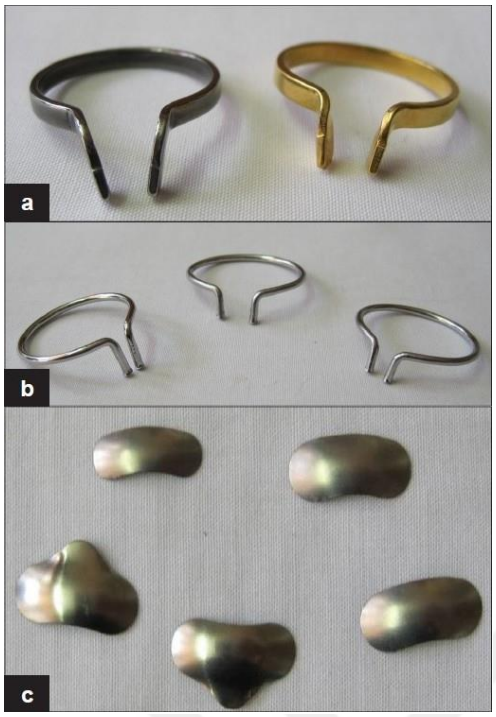

*Şekil 2.8. Composi-Tight Gold matriks*

### *2.4.2.5.Composi-Tight 3D*

Matriks bandını embraşürlere uyumlu hale getirmek ve restorasyon taşkınlıklarını önlemek için Soft-Face™ halkasının kama şeklinde silikon uçları vardır. Silikon uçlarda kamanın üzerine yerleştirilmesini sağlayan bir boşluk alan mevcuttur (Şekil 2.11.). Geliştirilmiş marjinal sırt anatomisine sahip Soft-Face™ silikon halka uçları, önceden konturlu matriksleri dişe sarar.




*Şekil 2.9. Composi-Tight 3D Soft-Face Ring*




*Şekil 2.10. Farklı ayırma halkaları ve matriks bantları (a) Palodent BiTine halkaları. (b) Composi-tight halkaları. (c) Önceden konturlanmış matriks bantları (Raghu & Srinivasan, 2011)*

### *2.4.2.6. V3 Ring Sistemi (Triodent)*

Halkası tamamen Nikel-Titanyumdan yapılmıştır ve paslanmaz çelikten daha fazla yaylanma ve uzun ömürlülük sağlar (Raghu & Srinivasan, 2011). Geniş V şekilli uçlar sayesinde tüberkül kayıplı geniş kaviteli dişlerin restorasyonunu mümkün kılar. Bu sistemle birlikte Wave-Wedge kama kullanılır (Ayaz vd., 2011).




*Şekil 2.11. V3 matriks sistem ve Wave-Wedge kamalar (Raghu & Srinivasan, 2011)*



*Şekil 2.12 . Triodent® V3 Ring*

Farklı matriks sistemleri ile ilgili yapılan in vitro bir çalışmada çevresel matriks sistemlerin bölümlü matriks sistemlere göre sınıf 2 restorasyonlarda daha az marjinal taşkınlığa neden olduğu belirtilmiştir (B. a. C. Loomans vd., 2009).

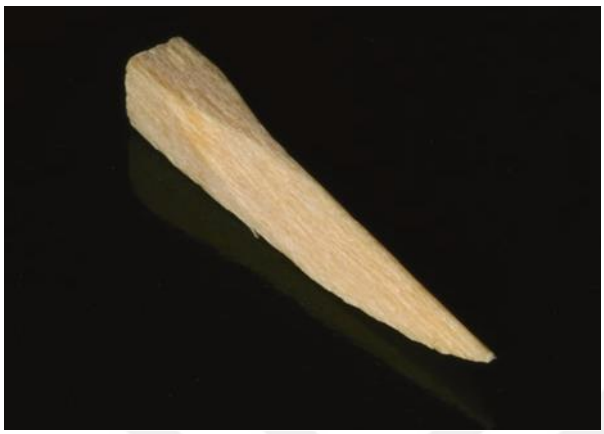
Sınıf II kompozit restorasyonlarda, sıkı proksimal temasların yeniden oluşturulması için çevresel matrikslerden kesitsel matrikslere doğru bir geçiş gözlemlenmiştir. Bu yeni yaklaşım, önceden konturlanmış kesitsel matrikslerin kullanımıyla birlikte ayırma halkalarıyla birleştirilmiştir. Düz matrikslerin kullanıldığı ve ayırma halkalarının kullanılmadığı sirkumferansiyel sistemlere kıyasla, bu yöntem daha iyi proksimal konturlar ve daha sıkı proksimal temaslar sağlamıştır (B. a. C. Loomans vd., 2006, 2009).

## 2.5. Kamalar

Kamalar, proksimal yüzeyi oluştururken interproksimal boşluğa, matriksle komşu dişin proksimal yüzeyi arasına ve interdental papillanın üzerine yerleştirilen ahşap, plastik veya elastik yapılı materyallerdir. Fonksiyonları şu şekildedir:

- Matriks bandını stabilize eder.
- Matriks bandını restore edilen bölgeye servikal açıdan yaklaştırarak ideal konturun oluşturulmasında yardımcıdır.
- Restoratif materyalin dişeti marjininden taşmasını önler.
- Rubber dam ve interdental gingival papillanın retrakte edilmesine yardımcı olur.
- Matriks bandının kalınlığını kompanse etmek için bitişik dişlerin separasyonunu sağlar.

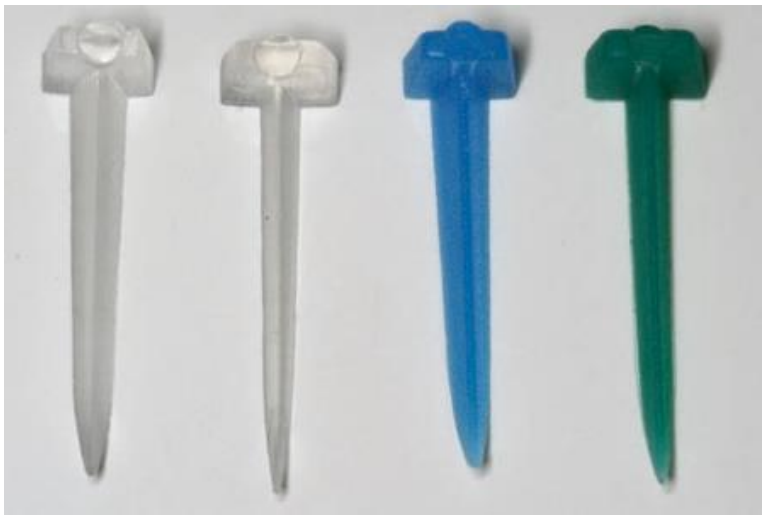
İnterproksimal boşluk tepesi kontak noktasına, tabanı dişetine bakan bir üçgen şeklindedir. Bu yüzden kamalar da üçgen şekildedir ve bunlara anatomik kama denir (Şekil 2.15.).



*Şekil 2.13. Anatomik ahşap kama (Torres, 2019).*

Rutinde kullanılan kamalar ahşap ve plastik kamalardır. Ahşap kamaların avantajı ıslandıklarında su emmeleri ve genişlemeleridir. Böylece interproksimal boşluğa sıkıca adapte olurlar.

Plastik kamalar, ahşap kamalar gibi üçgen şekilli olup transparan ve opak seçenekleri vardır (Şekil 2.16). Bazı üretici firmalar kemik tepesinin ve dişlerin proksimal yüzeyinin konturunu takip ederek matriks bandının dişe uyumunu arttıran kavisli kamalar üretmişlerdir (Şekil 2.17.) (Torres, 2019).



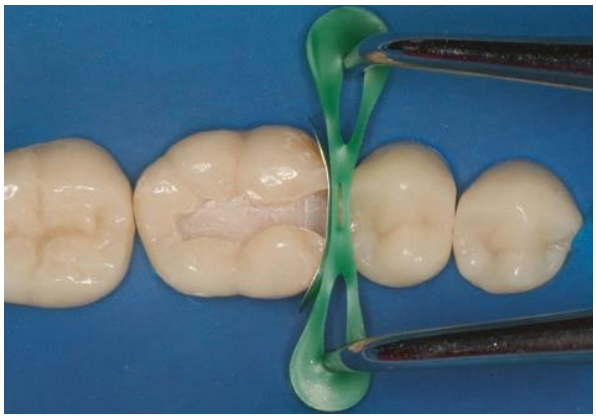
*Şekil 2.14. Transparan ve opak plastik kamalar*



*Şekil 15. Kavisli kamalar (Curvy – Voco)*

Plastik kamaların esnekliği, matriks bandını servikal kavite sınırına daha kolay adapte etmelerini sağlar, ancak ahşap kamalardan daha az separasyon etkisine sahiptirler (Peumans vd., 2021).

Elastik kamalar forseps yardımıyla gerdirilerek yerleştirilen farklı renk ve boyutlardaki kamalardır (Şekil 2.18.). Proksimal yüzeylere uyum sağlayarak matriksin doğru konumlandırılmasını ve dişlerin separasyonunu desteklemek üzere geliştirilmiştir. Proksimal yüzeylerin farklı anatomik konturlarına kolayca uyum sağlarlar (Torres, 2019).



*Şekil 2.16. Forseps yardımıyla yerleştirilen elastik kama (Torres, 2019)*

## 2.6.ALVEOLAR KEMİK

Alveolar proses içerisinde sinir, hücre, kan damarları, lifler, hücrelerarası madde ve lenfatikleri barındıran kemikten oluşur. Destekleyici alveolar kemik yapısı hem kortikal hem de trabeküler kemik içerir. Kortikal kemik, alveolar kemiğin bukkal ve lingual yüzeylerinde bulunan yoğun ve sert yapılı kısımdır. Bu özellikleri ile dış etkenlere karşı koruyuculuk sağlar (Bostrom vd., 2000). Alveolar prosesin kortikal kemiği maksillada mandibulaya göre daha incedir. Bununla birlikte anterior bölgelerde posterior bölgeye kıyasla daha incedir. Kortikal plakalar ile alveolar duvar arasında trabeküler (kansellöz) kemik bulunur. Bu kemik miktarı bölgelere göre değişkenlik gösterir; bazı bölgelerde çok az bulunurken, bazı bölgelerde hiç bulunmaz. Alveolar duvarlar ile kortikal plakalar, alveolar kemik tepesinde birleşir. Bukkal ve oral plakalar, interdental ve interradiküler septalarla kansellöz kemikten oluşan bir yapıya bağlanır (Saffar vd., 1997).

Dental alveolü çevreleyen ve periodontal ligamente bitişik olan kompakt kemik bölgesi, radyografik olarak lamina dura olarak bilinir (Burr & Allen, 2019). Sharpey lifleri, soket duvarını kaplayan ince kemik lamelinden eğik olarak uzanır ve periodontal ligament lifleri ile devamlılık gösterir (Regan & Mitchell, 1963). Sharpey lifleri, sementum ile alveolar kemik arasında sağlam bir fonksiyonel bağlantı sağlayan, demetler halinde organize olmuş kalsifiye kollajen lifleridir (Chu vd., 2014). Alveolar kemiğin Sharpey liflerine bağlanan kısmı, bu kollajen lif demetlerinin varlığı nedeniyle demet kemik olarak adlandırılır. Radyografik olarak, demet kemik lamina dura olarak adlandırılan radyoopak bir bant olarak görünür ve altındaki trabeküler kemikten ayırt edilebilir (Hildebolt vd., 1992; Juodzbalys & Kubilius, 2013).

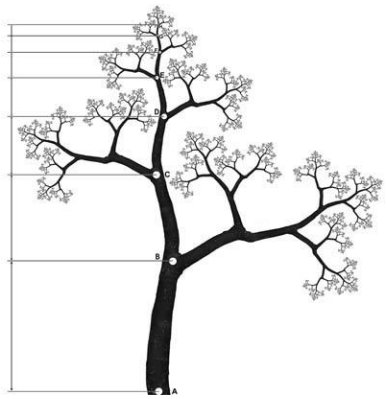
Alveolar kemik, dişler ağız boşluğuna sürerken kök gelişimiyle birlikte sürekli olarak oluşur ve yeniden şekillenir. Bu süreç, dişlerin sürmesi ve işlevlerini yerine getirmesiyle başlar ve kökler tamamen alveolar kemikle çevrilene kadar devam eder (Monje vd., 2015).

## 2.7.FRAKTAL GEOMETRİ

Benoit B. Mandelbrot; doğada, bilinen geometrik şekillerden farklı olarak karmaşık yapıda nesnelerin olduğunu savunmuş ve bu şekilleri fraktal olarak nitelendirmiştir. Fraktal geometri kavramı, özellikle kırık, pürüzlü veya karmaşık yapıdaki doğal nesneleri tanımlamak ve hesaplamak için Öklid geometrisinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılabileceğini savunmuştur. Bu nesnelerin detaylı yapısı ve düzensiz şekilleri, Fraktal geometri ile daha doğru bir şekilde ifade edilip anlaşılmıştır (Gomory, 2010).

Fraktal terimi, Latince "fractus" kelimesinden türetilmiş olup "kırılmış" veya "kırık" anlamına gelir. Fraktal yöntem, geleneksel geometriden farklıdır ve farklı ölçeklerdeki benzer formları değerlendirmek için kullanılır (Sánchez & Uzcátegui, 2011).

Fraktal özellik gösteren varlıklarda kendi ana şeklini devam ettiren küçük parçalar vardır. Fraktallarda, bütünü görmek için ayrıntılara odaklandıkça fraktal formun kendini tekrar etme özelliği olan ‘’kendine benzerlik (self similarity)’’ortaya çıkar (Sánchez & Uzcátegui, 2011).

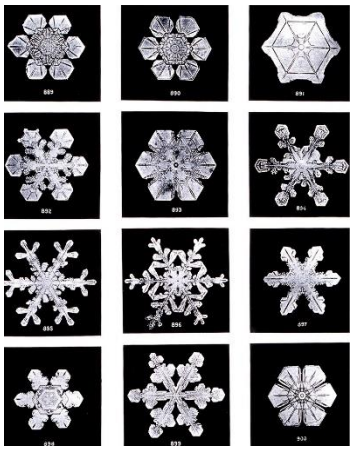


*Şekil 2.17. Fraktal Ağaç: Ağacın yapısındaki Y şeklinin, devamındaki dallarda da devam etmesi ile kendine benzerlik özelliği (*Fractal Trees – Fractal Foundation*, t.y.)*

### *2.7.1.Fraktal Çeşitleri*

Fraktalları genel anlamda iki kategoride sınıflandırabiliriz: Doğal Fraktallar ve İnsan Yapımı (Yapay) Fraktallar.

Bazı doğal fraktal örnekleri:



*Şekil 2.18. Kar taneleri*

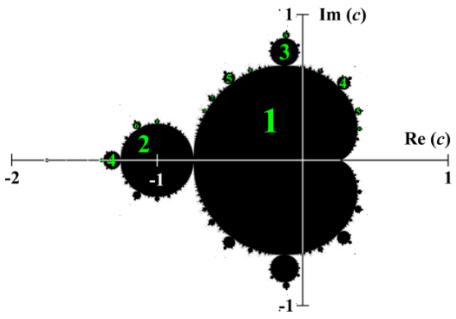


*Şekil 2.19. Eğrelti otu*

Her iki türde de kendine benzerlik özellikleri derecelendirilerek sınıflandırılabilir:

- Tam/Kesin Kendine Benzerlik: Küçük parçaların her biri büyük olanla aynı sistematikte bulunur. Bu tür fraktallar genellikle matematiksel fraktallardır ve özellikle örgün eğitimde matematik derslerinde incelenirler.

- Yarı Kendine Benzerlik: Belli ölçeklerde benzerlik gösteren fraktallardır. Küçük kopyalar zaman zaman büyük olanla örtüşebilirler. Mandelbrot kümesi bu tür bir fraktal örneğidir.




*Şekil 2.20. Mandelbrot kümesi("Mandelbrot kümesi", 2024)*

- İstatistiksel Kendine Benzerlik: Fraktal yüzey şekilleri gibi rastgele fraktallar bu kategoriye dahildir (Barnsley vd., 1988).

### *2.7.2. Fraktal Analiz ve Fraktal Boyut*

Bir eğri, yüzey veya üç boyutlu nesne fraktal özelliklere sahip olabilir (Cross, 1994). Fraktal analiz ile karmaşık ve düzensiz vücut yapıları matematiksel olarak değerlendirilebilir. Fraktal analiz sonucu elde edilen nicel sonuca 'fraktal boyut' denir (Güngör vd., 2016; Sener vd., 2015). Fraktal özelliğindeki varlıklar bir alanı doldurma eğilimindedir ve fraktal boyut değeri kesirli bir sayıya denktir (Cross, 1994). Genellikle FB olarak gösterilen fraktal boyut, karmaşık nesnelerin düzensizliğini ölçmek için fraktal geometride geliştirilen önemli bir parametredir (Sun vd., 2006). Bir nesne ne kadar düzensiz olursa o kadar fazla yer kaplar ve FB değeri de o kadar yüksek olur. Bu şekilde, FB değeri 'karmaşıklık' veya 'pürüzlülük' kavramıyla yakından bağlantılıdır (Pentland, 1984).

Fraktal boyut çeşitli hesaplama yöntemleri bulunmaktadır ve her bir yöntemin kendine özgü uygulama adımları vardır. İncelenen yapının ölçülebilir özelliklerini belirlemek için bu yöntemler kullanılır ve bu özelliklerin ölçümü için uygulama adımları belirli bir düzen içerir. Bu adımların logaritmik ölçekte grafiği çizilerek elde edilen değerlere uygun bir doğru çizilir. Bu doğrunun hesaplanan eğimi, incelenen yapının fraktal boyutunu temsil eder (Sánchez & Uzcátegui, 2011; T. G. Smith vd., 1996).

Fraktal analiz, genellikle dijital radyografilerde kullanılır ve bir görüntü için Fraktal Boyut (FB) adı verilen bir değer üretir. Bu FB değeri, nesnenin alanını ne kadar doldurduğunu belirleyerek ve kendine benzerliğini karakterize ederek bilimsel bir ölçüm sağlar. FB hesaplamak için çeşitli yöntemler bulunmasına rağmen, en yaygın kullanılanı White ve Rudolph'un önerdiği ön işlemlerden sonra uygulanan kutu sayma (box-counting) yöntemidir. Bu yöntem, özellikle ikili görüntü analizi için uygundur (Arsan vd., 2017; S. C. White & Rudolph, 1999).

Fraktal boyut, dijital görüntülerden hesaplanmadan önce bazı ön işlemlerden geçirilir. White ve Rudolph, görüntülerin standardizasyonu için gerekli adımları çalışmalarında şu şekilde bahsetmişlerdir: İncelenen bölge (ROI) sırasıyla kırpılır, çoğaltılır, Gauss filtresi uygulanır böylece parlaklıktaki büyük ölçekli varyasyonlar giderilir. Daha sonra ROI orijinal görüntüden çıkartılır, her piksel konumuna 128 gri değeri eklenir,

binarization, erosion, dilatation, inversion, skeletonization işlerimleri sırasıyla uygulanır. Bu işlemleri yapmak için kamu malı Image J programı kullanılmıştır (S. C. White & Rudolph, 1999).

Bir dizi işlemden geçerek hazırlanan görüntüler farklı FB hesaplama yöntemleri kullanılarak hesaplanabilir ancak kolay uygulanabilirliği ve erişimi sebebiyle en sık kutu sayma metodu tercih edilir. Bu metot, kutular içeren bir kılavuzun elde edilen görüntünün üzerine yerleştirilip görüntü üzerindeki kutuların sayılmasıyla gerçekleştirilir. Bu kılavuzda 2-64 piksel arasında değişen kutular bulunur. İki değişkene bağlı olarak bir grafik elde edilir ve bu grafiğin eğimi FB'yi verir (Southard vd., 1996).

### *2.7.3.Trabeküler Kemiğin Fraktal Özelliği*

Trabeküler kemik, aralarında ilik boşluğu olan çok sayıda kemik plakalardan meydana gelir. Bu kemik plakalarının rastgele birbirine bağlanabilirliği ve kendine benzerlik özellik sergilemesiyle fraktal şekle örnektir. Bu şekiller normal geometrik şekillerden farklıdır ve fraktal ölçümleri sonucu matematiksel olarak kesirli bir sayı olarak ifade edilir (Geraets & van der Stelt, 2000). Elde edilen değer, fraktal boyutunu temsil eder. Bulunan değer küçükse, kemik yapısı daha gözenekli bir yapıya sahiptir; yüksekse, kemik yapısı daha yoğun ve karmaşıktır (Sanchez-Molina vd., 2012; Southard vd., 1996).

Trabeküler kemik görüntülerinden de bu yöntemle ölçüm yapılarak trabeküllerin mikromimari yapısı tanımlanır (Majumdar vd., 2000). Bu amaçla diş hekimliğinde alveolar ve trabeküler yapı radyolojik görüntüler üzerinden incelenmiştir. Fraktal analiz, sadece trabeküler kemik yapısının bir yansıması olmakla kalmaz, aynı zamanda alveolar kemiğin mineral içeriğindeki değişiklikleri non-invaziv bir şekilde ölçmek için kullanılabilir (Demirbaş vd., 2008; Updike & Nowzari, 2008).

### *2.7.4.Diş Hekimliğinde Fraktal Analizin Kullanım Alanları*

Fraktal teriminin Mandelbrot tarafından ortaya atılması ve FD'yi hesaplamak için bir dizi matematiksel işlemlerin geliştirilmesinden bu yana (Mandelbrot, 1967), FA farklı alanlarda uygulanmıştır, bunlar arasında diş hekimliği de bulunmaktadır (Sánchez & Uzcátegui, 2011).

Diş hekimliğinde, dental radyografilerde çenelerin kemik yapısının değerlendirilmesi fraktal analiz ile yapılan temel çalışmalardan biridir. Kemik mineral

yoğunluğunu araştıran araştırmacılar da trabeküler kemiğin miktarının sayısal olarak değerlendirilmesi için bu yönteme başvurmuşlardır (Baksi & Fidler, 2011; Hwang vd., 2017; Kavitha vd., 2015; Zeytinoğlu vd., 2015).

Cerrahi alanda çene kemiğinin rejenerasyonu ve implant uygulamaları sonrası kemikteki trabeküler değişikliklerin ölçülmesinde (Jurczyszyn vd., 2018; Mu vd., 2013), implant yüzeylerinin pürüzlülüğünün ölçülmesinde (Iezzi vd., 2011; Perrotti vd., 2011) fraktal analizden faydalanılmıştır.

Endodontide; trabeküler kemiğin enflame ve iyileşme dönemlerindeki değişiklikleri gözlemlemek amacıyla kök kanal tedavisi sonrası apikal lezyonların iyileşme sürecinin gözlemlenmesi (Huang vd., 2013; Yu vd., 2009) gibi uygulamalar vardır.

Periodontitis hastalarında kemik kaybı ve trabeküler bütünlüğün bozulduğu bilinmektedir. Kemik kaybının çok ilerlemeden, küçük trabeküler değişikliklerin tespitinde fraktal analizin yararlı olabileceği belirtilmiştir (Updike & Nowzari, 2008). Bu amaçla Periodontolojide çoğunlukla gingivitis ve periodontitis hastalarının alveoler trabeküler yapısı fraktal analizle değerlendirilmiştir (Shrout vd., 1998).

TME rahatsızlıklarının tespiti ve değerlendirilmesi amacıyla yapılan fraktal analiz çalışmaları da mevcuttur. Dejeneratif osteoartrit gibi rahatsızlıklar nedeniyle mandibular kondildeki trabeküler değişikliklerin gözlenmesinde FA kullanılmıştır (Arsan vd., 2017; Kayipmaz vd., 2019).

Umemori ve ark. oklüzal yüzeylerdeki pit ve fissür renklenmesinin dijital görüntü analizinden çürük tespitinin yapılabilirliğini değerlendirmişlerdir (Umemori vd., 2010).

Bunlara ek olarak dental materyallerin analizinde de fraktal analizden yararlanılmıştır. Kumlamada kullanılan alüminyum oksit partiküllerinin geri dönüşümünün metalik malzemelerin yüzey dokusu üzerine etkisini FA ile incelemişlerdir (Oshida vd., 1993). FA, kırık yüzeylerin karmaşıklık derecesini değerlendirebileceği düşüncesiyle Drummond ve ark. dental seramiklerin fraktal boyut artışlarını ve bunların kırılma tokluğu değerleriyle ilişkisini ölçmüşlerdir (Drummond vd., 2005). Rezin içerikli dental materyallerin polimerizasyon büzülmesini azaltmak için fraktal özellik gösteren aerosil maddesini kompozit rezinlerin içerisine ilave edip polimerizasyon büzülmesine etkisini inceleyen araştırmacılar olmuştur (Pefferkorn vd., 2006).

### *2.7.5. Panaromik Radyografiler ve Fraktal Analiz*

Panoramik radyografilerde, maksilla, mandibula ve dentoalveolar yapılar bir arada göründüğünden, kompakt ve trabeküler kemiklerin her ikisi de incelenebilir. Ayrıca, çeşitli bölgelerden ilgi alanları (ROI) seçilerek birden fazla bölgenin fraktal analizi yapılabilmektedir (Kato vd., 2020).

Panaromik radyografi üzerinde implant uygulamalarından önce alıcı bölgelerin kemik kalitesini belirlemek veya implant cerrahisinden sonra osseointegrasyonu, ilgili bölgenin trabeküler değişikliğini inceleyen çalışmalar mevcuttur (Sansare vd., 2011; Tözüm vd., 2016; Zeytinoğlu vd., 2015). Osteointegrasyonun klinik ve radyografik incelemelerle izlenmesi önemlidir. Fraktal analiz, dental implantların başlangıçtaki stabilitesini değerlendirmek için radyografik görüntülerin nicel bir analizine yardımcı olabilir. Bu nedenle, fraktal analiz, implantların primer stabilitesinin belirlenmesinde bir tarama aracı olarak uygulayıcılara destek sağlayabilir (Kato vd., 2020).

Ek olarak temporomandibular eklem bozukluğu olan hastaların bilateral mandibular kondillerinin trabeküler yapısını incelemede (Arsan vd., 2017), hipodontisi olan ve olmayan hastalarda mandibular trabeküler kemik yapısının değerlendirilmesinde (Créton vd., 2012), Osteogenesis Imperfecta (Apolinário vd., 2016), orak hücreli anemi (Demirbaş vd., 2008), kronik böbrek yetmezliği(Gumussoy vd., 2016), renal osteodistrofi (Fernandes vd., 2016), Tip 1 ve Tip 2 Diabetes Mellitus (Kurşun-Çakmak & Bayrak, 2018) gibi sistemik hastalık ve sendromlara sahip bireylerin çene kemiklerinin trabekülasyonundaki değişiklikleri gözlemlemede fraktal analizden ve panaromik radyografilerden yararlanılmıştır.

### *2.7.6. Periapikal Radyografiler ve Fraktal Analiz*

Ağız içi görüntüleme tekniklerinden biri olan periapikal radyografiler; dişlerin kronundan kök ucuna kadar olan mesafeyi, interdental bölgeyi, periradiküler alanı görüntülemeye olanak verir (S. C. White & Pharoah, 2014). Başta endodonti ve periodontoloji alanlarında olmak üzere fraktal analiz yöntemiyle kemik yapısının incelenmesi için iki boyutlu periapikal radyografilerden sıklıkla yararlanılır (Kato vd., 2020).

Peridontolojide; periodontitis hastalığın şiddetine göre alveolar kemik yapısının kıyaslanmasında, sağlıklı ve periodontitis hastalarının trabeküler kemik yapısının incelenmesinde, gingivitis ve periodontitis hastalarının kemik yapısının karşılaştırılmasında

periapikal radyografi ve fraktal analiz yönteminden yararlanılmıştır (Sener vd., 2015; Shrout vd., 1998; Updike & Nowzari, 2008).

Endodontide; daha çok kök kanal tedavisi öncesi ve sonrasında alveolar kemikte gözlemlenen değişikliklerin incelenmesinde, lezyonlu dişlerin kök kanal tedavisi sonrası iyileşmesini takip etmede, tip 2 diabetin lezyonlu dişlerin kök kanal tedavisi sonrası fraktal boyutuna etkisini gözlemlemede fraktal analizden faydalanmışlardır (S.-K. Chen vd., 2005; Tosun vd., 2022; Uğur Aydın vd., 2021; Yu vd., 2009).

### *2.7.7. Bite-wing Radyografiler ve Fraktal Analiz*

Film üzerindeki ısırma kanatlarını ısırtılarak alınan bite-wing radyograflar; maksillar ve mandibular dişlerin kronlarını ve köklerinin bir kısmını, interproksimal alandaki çürük lezyonları ve restorasyonları, alveolar kreti görüntülemeyi sağlar. Fakat apikal bölgeyi görüntüleyemezler (S. C. White & Pharoah, 2014).

Bifosfonat tedavisinin geleneksel periodontal tedavi sonucuna etkisi (Lane vd., 2005), farklı boyut ve şekildeki ilgi bölgelerinin (ROI) kullanılmasının alveol kemiğinin fraktal indeksi üzerindeki etkisini karşılaştırmada (Shrout vd., 1997), taşkın restorasyonların altındaki alveolar kemiğin trabeküler mimarisindeki değişiklikleri incelemede(Yasar vd., 2010) bite-wing radyografiler ve fraktal analiz yöntemi kullanılmıştır.

### *2.7.8. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ve Fraktal Analiz*

KIBT, maksillofasial bölgedeki osseöz yapıları hacimsel olarak görüntüleyen 3 boyutlu bir görüntüleme aracıdır (S. C. White & Pharoah, 2014). KIBT, sert dokuların distorsiyon ve üst üste binme olmaksızın 3 boyutlu ve gerçek boyutlarla uyumlu ölçüm elde edilmesini sağlar (Fuhrmann vd., 1995; Vandenberghe vd., 2007).

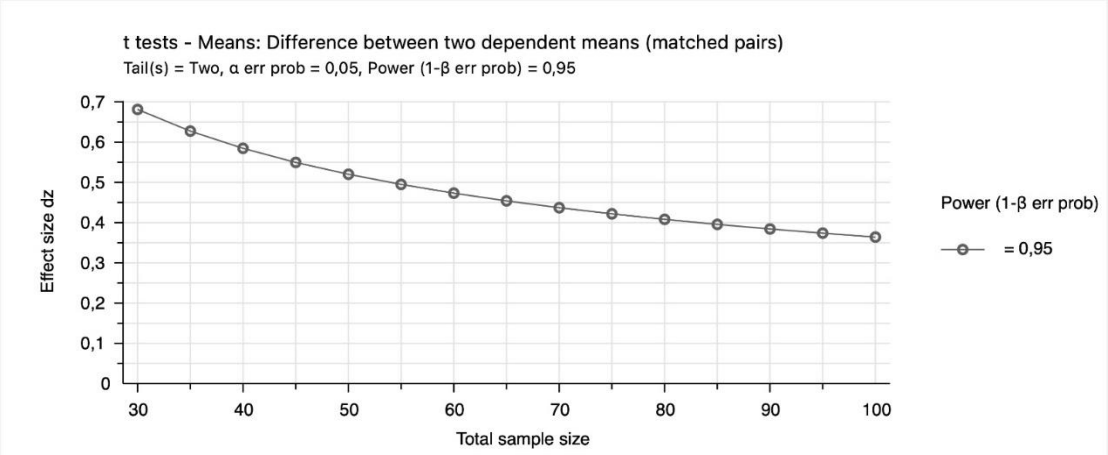
KIBT götüntüleme tekniği ve fraktal analiz yöntemi yardımıyla; implantların planlanması ve değerlendirilmesi (González-Martín vd., 2012), orak hücreli anemi hastalarının çene kemiklerinin değerlendirilmesi (Avsever vd., 2015), Tip 2 diabetin mandibulada neden olduğu osteoporotik değişikliklerin incelenmesi (Kayipmaz vd., 2017), dejeneratif osteoartritin mandibular kondildeki trabekül yapısına etkisinin değerlendirilmesi (Kayipmaz vd., 2019), gömülü kaninlerin etrafındaki kemik yoğunluğunun incelenmesi (Servais vd., 2018) gibi çalışmalar yapılmıştır.

## 3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Kurulu tarafından 07.11.2023 tarihinde 2023/348 proje numaralı GOKAEK-2023/18.08 numaralı karar ile yürütülmesi uygun bulunmuştur.

### 3.1. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Çalışmanın örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla G*Power 3.1 kullanılarak yapılan güç analizinde, %95 güç ve %5 hata payı ile etki büyüklüğü dz=0,39 olarak 85 hasta ile güvenilir sonuçlar elde edilebileceği hesaplandı (Şekil 3.1.).




*Şekil 3.1. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesi amacıyla yapılan güç analizi grafiği.*

### 3.2. Verilerin Toplanması

Bu çalışmada, 2019-2023 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne çeşitli şikayetlerle başvurmuş hastaların kayıtları retrospektif olarak incelendi. Toplamda 75172 hastanın kayıtları arasından periapikal radyografilerinde taşkın restorasyonları olan hastalar incelendiğinde toplam 320 hastada taşkın restorasyona rastlanıldı. Bu hastalar içerisinden aşağıda belirtilen dahil etme ve dışlama kriterlerine uygun olarak toplam 85 hastanın periapikal radyografisi çalışmaya dahil edildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Mandibular premolar-molar ve maksiller premolar-molar dişlerde taşkın restorasyona sahip dişlerin izlendiği periapikal radyografiler çalışmaya dahil edildi.

- Tek arayüzünde taşkın restorasyon olan dişlerin izlendiği 18 yaş ve üzeri hastaların radyografileri çalışmaya alındı.

Dışlama Kriterleri:

- Vertikal kemik kaybı görülen dişlere ait radyografiler,
- Düşük görüntü kalitesine veya artefakta sahip ve süperpoze radyografiler,
- Mesial ya da distalde komşu dişe sahip olmayan taşkın restorasyonlu dişlerin olduğu radyografiler,
- Kemik metabolizmasını etkileyen sistemik bir rahatsızlığı bulunan veya kemik metabolizmasına etki eden ilaç kullanan hastaların radyografileri,
- Fraktal analiz yapılırken seçilecek alanın ideal bir şekilde yerleştirilemediği ya da yerleştirildiğinde ölçümü etkileyebilecek lezyon varlığı, sklerotik kemiği içine alan radyografiler,
- İlgili bölgede fraktal analiz ölçümünü engelleyecek herhangi bir patolojik duruma sahip olan hastaların radyografileri.

### 3.3. Görüntülerin Elde Edilmesi

Periapikal radyografiler, BELMONT PHOT-X II cihazında 60-70 kV, 3-6 mA, 0.01-2 sn parametrelerinde çekilmişti. Çalışmaya dahil edilen hastaların periapikal radyografileri TIFF formatında kaydedildi ve aynı zamanda numaralandırılarak anonimleştirildi.

### 3.4. İlgili Alanların Seçilmesi

İlgili alanlar, seçilen 85 tane periapikal radyografi üzerinde Image J versiyon 1.52 programı (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) kullanılarak taşkın restorasyon bulunan dişin mesial ve distal interdental bölgesinden kök yüzeyinin, periodontal aralığın ve kortikal kemiğin sınırları dışında kalacak şekilde seçildi. Seçilen bölgeler standardizasyonunu sağlama açısından marjinal kemikten 1 mm uzakta, sadece trabeküler kemiği içerecek şekilde ayarlandı. Bu bağlamda 70x140 piksel boyunda dikdörtgen bir ilgili alan (ROI) belirlendi (Şekil 3.2.).




*Şekil 3.2. ROI seçimi*

### 3.5. Fraktal Analiz Basamaklarının Uygulanması

Seçilen ilgili alanlarda, kutu sayma metodu ile fraktal boyut hesaplanabilmesi için White ve Rudolph'un tasarladığı şu basamaklar uygulandı (Şekil 3.3.).

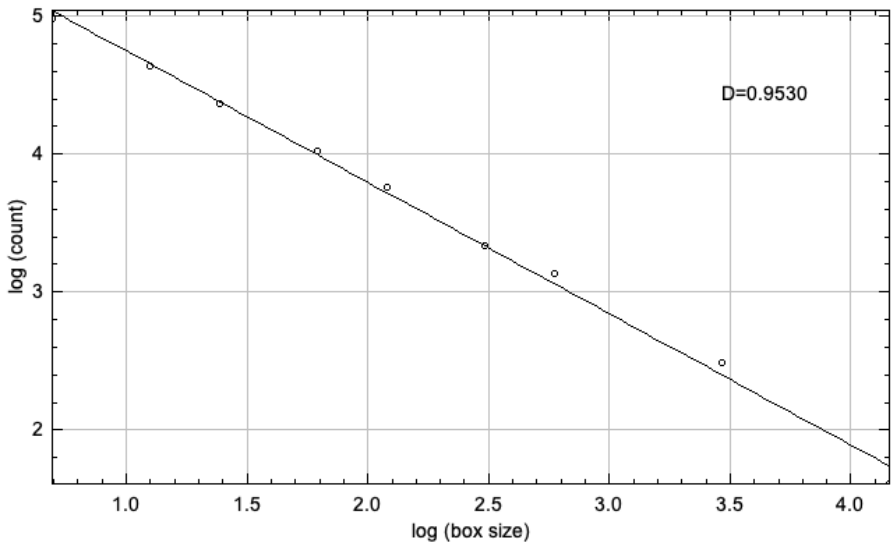
1. Orijinal radyografilerden kırpılan ilgili alan bölgeleri (ROI) dublike edilerek kopyalandı.
2. İlgili bölgede yumuşak dokunun oluşturduğu densite farklılığını ortadan kaldırıp büyük densite farklılıklarını ortaya çıkarmak için "Gaussian Blur" filtresi ile bulanıklaştırıldı.
3. Filtrelenen görüntü 'Subtraction' seçeneğiyle orijinal görüntüden çıkartıldı.
4. Sonrasında her bir piksel için 'add' seçeneği ile 128 gri değer eklendi.
5. Daha sonra 'binarizasyon' işlemi ile görüntü siyah beyaz hale geldi. Böylece kemik iliği ve trabeküllerin ana hatları belirginleştirildi.
6. Gürültünün azaltılması için 'erode' işlemi uygulandı.
7. Sonrasında alanın genişletilip belirginleştirilmesini sağlayan 'dilate' işlemleri uygulandı.
8. 'Invert' seçeneği ile görüntü tersine çevrilip siyah alanlar beyaza, beyaz alanlar siyaha dönüştürüldü. Böylece trabeküllerin ana hatları ortaya çıkarıldı.
9. 'Skeletonize' işlemi ile trabeküler kemiğin ana hatları çizgiselleştirilerek iskeleti elde edildi. Böylece fraktal boyutun ölçülebilmesi için hazır hale getirildi.




*Şekil 3.3. Fraktal Analiz Basamakları*

### 3.6. Fraktal Boyutun Ölçülmesi

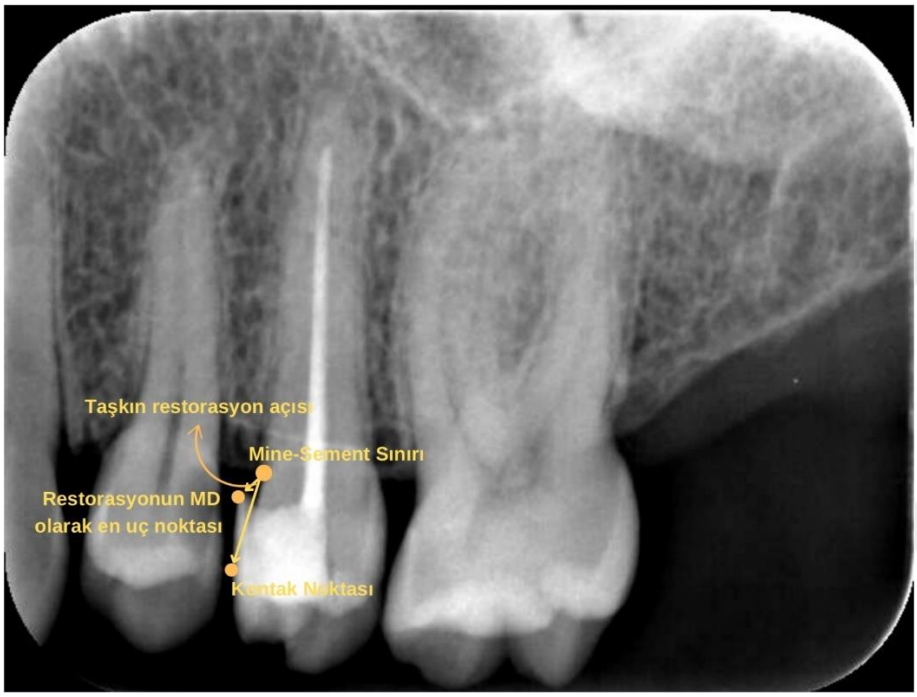
Bu ön işlemlerden geçirilen görüntüler "Fractal Box Count" seçeneği ile 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32, 64 piksel boyutlarındaki karelere bölündü. Trabekülleri temsil eden çizgileri barındıran bu kareler herbir piksel için ayrı ayrı sayıldı ve toplam kare sayısı hesaplandı. Bu hesaplama dişin taşkın restorasyon tarafı için ayrı ve taşkın restorasyon olmayan tarafı için ayrı ayrı hesaplandı. Bu değerler logaritmik ölçekte bir grafiğe aktarılarak grafikteki noktalardan geçen bir doğru çizildi. Bu doğrunun eğimi ölçülerek incelenen görüntünün karmaşıklığını gösteren fraktal boyut değeri elde edildi (Şekil 3.4.).




*Şekil 21. Değerlerin logaritmik ölçekte gösterimi*

### 3.7. Taşkın Restorasyon Açısının Ölçülmesi

Taşkın restorasyonların, taşkınlığının değerlendirilmesi amacıyla diş yüzeyi ile yaptıkları açı ölçüldü. Bu doğrultuda taşkın restorasyonun mesio-distal olarak en uç noktasından mine sement sınırına bir çizgi çekildi. Daha sonrasında bu noktadan, kontak noktasına başka bir çizgi çekildi. Bu iki çizgi arasında kalan açı, taşkın restorasyonun açısı olarak belirlendi (Şekil 3.5.).




*Şekil 3.5. Taşkın restorasyon açısının belirlenmesi*

### 3.8. Sınıf İçi Korelasyon Katsayısının Hesaplanması

Fraktal analiz değerlerinin ve sarkan restorasyon açısının ilk ölçümünden bir ay sonra, ölçümlerin %20'si ilk ölçümleri yapan araştırmacı tarafından yeniden değerlendirilmiştir. Bu, ilk ölçümlerin güvenilirliğini değerlendirmek için yapılmıştır. Elde edilen değerler daha sonra sınıf içi korelasyon katsayısı değeri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışma için ilk ölçümler kullanılmıştır.

### 3.9. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla IBM SPSS 21 kullanıldı. Normal dağılıma uygunluk Kolmogorov-Smirnov testi ile incelendi. Normal dağılan taşkın ve

kontrol FD değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesinde eşli iki örnek t-testi kullanıldı ve aralarındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile sunuldu. Taşkın restorasyon açısının FD değerine etkisi lineer regresyon analizi ile incelendi. Analiz sonuçları ortalama ± standart sapma, frekans (yüzde) şeklinde sunuldu. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak alındı.

## 4.BULGULAR

Hastaların demografik özellikleri incelendiğinde, yaş ortalaması 36.8 olarak elde edildi. Hastaların %59.2'si kadınlardan, %40.8'i erkeklerden oluşmaktaydı. Hastalardan alınan ölçümlerin %67.2'si maksilla ve %32.8'i ise mandibular bölgeden elde edildi. Kavite tipleri incelendiğinde ise %60'ı DO, %30.3'ü MO ve %9.7'si ise MOD olduğu görüldü. Periapikal radyografilerinde taşkın dolgu izlenen 320 hastadan sadece 85 tanesi fraktal analiz amacıyla çalışmaya dahil edildi. Dahil edilememe nedenleri arasında en çok izlenen durum %49.8 oran ile vertikal kemik kaybıydı (Tablo 4.1.). ROI seçimi için yeterli alanın olmaması, radyografilerdeki görüntü kalitesinin yetersiz olması diğer nedenler arasındaydı.

**Tablo 4.1. Demografik özelliklere ait tanımlayıcı istatistikler**

| | n = 320 |
|---|---|
| Yaş | 36.8 ± 11.84 |
| Cinsiyet | |
| Kadın | 187 (59.2) |
| Erkek | 129 (40.8) |
| Bulunduğu Çene | |
| Maksilla | 215 (67.2) |
| Mandibula | 105 (32.8) |
| Kavite Tipi | |
| DO | 192 (60) |
| MO | 97 (30.3) |
| MOD | 31 (9.7) |
| Dahil Edilmeme Nedeni | |
| ROI için yeterli alan yok | 91 (38.7) |
| Radyografi kalitesi yetersiz | 28 (11.9) |
| Vertikal kemik kaybı görüldü | 116 (49.4) |

Ortalama ± s. sapma, n (%)

Hastaların fraktal analiz değerleri incelendiğinde; taşkın tarafta elde edilen FD 0.99 ± 0.06 olarak tespit edilirken, kontrol tarafında elde edilen FD 1.04 ± 0.06 olarak bulundu (Tablo 4.2.). Taşkın FD ve kontrol FD bağımlı t-testi ile karşılaştırıldığında aralarındaki farklılığın istatiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p<0.001$).

**Tablo 4.2. Taşkın ve kontrol taraf FD arasındaki ilişkinin incelenmesi**

| n=85 | Ortalama ± s. sapma | r | Test ist. | p* |
|---|---|---|---|---|
| Taşkın FD | 0.99 ± 0.06 | 0.616 | -9.823 | <0.001 |
| Kontrol FD | 1.04 ± 0.06 | | | |

*Eşli iki örnek t testi, r: Pearson korelasyon katsayısı

Taşkın restorasyon açısının FD değerine olan etkisini araştırmak üzere her bir hasta için FD oranı (kontrol FD/taşkın FD) hesaplandı (Tablo 4.3.). Daha sonra hastaların FD oranına taşkın restorasyon açısının etkisi lineer regresyon analizi ile araştırıldı. Kurulan model istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış olup (F=0.072, p=0.789), taşkın restorasyon açısının FD oranına etkisi olmadığı söylenebilir.

**Tablo 4.3. Taşkın restorasyon açısının etkisinin incelenmesi**

| | $B_0$ (%95CI) | $B_1$ | SH | Test ist. | p | $r^1$ | $r^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sabit | 1.064 (1.022 - 1.106) | | 0.021 | 50.435 | <0.001 | | |
| Taşkın Rest. Açısı | 0 (-0.001 - 0.001) | -0.029 | 0.001 | -0.268 | 0.789 | -0.029 | -0.029 |

F=0.072, p=0.789, $R^2$=-0.011, $B_0$: Standartlaştırılmamış katsayı, $B_1$: Standartlaştırılmış katsayı, Cl: güven aralığı, SH: Standart hata, $r^1$: Basit (zero-order) korelasyon, $r^2$: Kısmi (partial) korelasyon

Sınıf içi korelasyon katsayısı değerleri değerlendirildiğinde, taşkın taraf fraktal analiz ölçümleri için 0,882; kontrol taraf için ise 0,900 değeri tespit edilmiştir. Sarkan restorasyon açısının tekrarlanabilirliğini gösteren ICC değeri ise 0,996 olarak tespit edilmişti.

## 5. TARTIŞMA

Taşkın restorasyonların oluşmasında, klinik olarak ulaşılması ve görülmesi zor alanlarda çalışmak en önemli faktörlerden birisidir. Bunun yanı sıra bazı dişlerde görülebilen servikal yiv ve konkavite gibi anatomik varyasyonlar, matriks ve kama sistemlerinin eksik ve hatalı kullanımı, yetersiz cilalama da taşkın restorasyonların meydana gelmesine neden olabilecek diğer faktörler olarak söylenmektedir (Frankenberger vd., 1999b; Lang vd., 1983; Schwartz vd., 1996). Taşkın restorasyonlardaki sarkık kenarlar, periodonsiyumda bakteriyel plak birikimini tetikleyip periodontal inflamasyona ve alveolar kemik kaybına yol açabilmektedir. Ayrıca temizlenemeyen alanların oluşmasına neden olmaları sebebiyle sekonder çürüklere de neden oldukları bildirilmiştir (Björn vd., 1969; Brunsvold & Lane, 1990; J. T. Chen vd., 1987; Eid, 1987; Gilmore & Sheiham, 1971; Kells & Linden, 1992; Mjör, 2005a; Mjör & Gordan, 2002). Bu sarkık kenarların ortadan kaldırılması ve uygun bir periodontal tedavi sonrasında, hasar görmüş periodonsiyumun büyük ölçüde iyileştiği bildirilmiştir (Highfield & Powell, 1978). Restoratif diş tedavisi klinik pratiğinde sık karşılaşılan bu durumun periodonsiyum ve komşu kemik dokusunda bıraktığı etkinin önemini vurgulamak amacıyla, bu çalışmamızda taşkın restorasyonların alveolar kemikteki etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Alveolar kemikte meydana gelen mineral kaybı %30-50 oranına ulaştığında iki boyutlu konvansiyonel radyografilerde gözle görülür hale gelmektedir. Ancak kemik kaybının radyografik incelemelerle daha erken tespit edilmesi klinik anlamda önem arz etmektedir (Jeffcoat, 1992). Trabeküler kemik, kompakt kemiğe kıyasla metabolik aktivitesi daha yüksek ve turnover hızı daha fazladır (Southard vd., 1996). Bu sebeple kemik yoğunluğu ve mineralizasyonundaki değişiklikleri incelemede trabeküler kemiğe daha çok yoğunlaşılmıştır (Mulder vd., 2006). Objektif bir şekilde erken kemik kayıplarını tespit etmenin çeşitli yolları aranmıştır ve bunlardan birisi de fraktal analiz yöntemidir (Sener vd., 2015).

Fraktal analiz, karmaşık şekilleri ve yapısal örüntüleri tanımlamak için kullanılan matematiksel bir ölçüm tekniğidir. Trabeküler mimari, osteoblast ve osteoklastların kemik matriksini çıkarıp eklemesi yoluyla gerçekleşir ve trabeküler kemiğin yapısındaki birbirine bağlı trabeküller fraktal desen tanımına uymaktadır. Trabeküler kemik yapısında meydana gelen karmaşık değişiklikleri incelemek için fraktal analiz yönteminin kullanılabileceği belirtilmiştir (Fazzalari & Parkinson, 1996). Diş hekimliğinde fraktal analiz yöntemiyle

trabeküler kemiğin incelendiği çok sayıda çalışma mevcuttur. Sansare ve ark. cerrahi alanında implant tedavisinden önce ve sonrasında iyileşmeyi değerlendirmek amacıyla fraktal analiz yöntemini kullanmışlar ve implant tedavisinden sonra fraktal değerde bir artış gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak implant çevresindeki kemik mikro yapısının arttığını ve böylece fraktal analizin implant başarısının tahmin edilmesine yardımcı olabileceğini savunmuşlardır (Sansare vd., 2011). Endodontik alanda Chen ve ark. periapikal lezyonlu dişlerde kök kanal tedavisinden önce ve sonra kök apeksinin etrafından ilgili alanlar seçerek kemikteki değişimi incelemek için fraktal analizi kullanmışlardır. Tedaviden 3 ay sonra alınan periapikal radyografilerde fraktal boyut değerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Kök kanal tedavisinden sonra periapikal bölgedeki trabeküler kemikteki değişimlerin erken saptanmasında fraktal analizin yararlı olabileceğini belirtmişlerdir (S.-K. Chen vd., 2005). Periodontoloji alanında Updike ve Nowzari şiddetli, hafif periodontitis ve sağlıklı hastaların trabeküler kemik yapısını periapikal radyografiler üzerinden kutu sayma metoduyla incelemişler ve periodontitisli hastaların fraktal boyut değerinin sağlıklı hastalara göre anlamlı derecede düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Kemik seviyesinde azalma ve trabeküler yapının bozulması ile karakterize olan periodontitiste, fraktal analiz ile kemik kaybının erken teşhisi ve tedavisinin yararlı olacağını belirtmişlerdir (Updike & Nowzari, 2008).

Bu bilgilerin rehberliğiyle çalışmamızda; klinik olarak hala karşılaşılan taşkın restorasyonların alveolar kemikteki etkisini incelemek amacıyla fraktal analiz yönteminden yararlanılmıştır. Yayınlanan bir meta analizin sonucuna göre fraktal boyut hesaplama yöntemlerinden en güncel ve sık uygulanan ‘kutu sayma’ metodu kullanılmıştır (Kato vd., 2020).

Taşkın kenarlı restorasyonlarda fraktal analiz yöntemini kullanarak trabeküler kemikteki değişimi inceleyen tek çalışma mevcuttur. Yaşar ve ark. taşkın kenarlı restorasyonların altındaki alveolar kemik değişimini incelemek amacıyla taşkın restorasyonlu 28 adet dijital bite-wing radyografisi ve 28 tane kontralateral taraftan bite-wing radyografileri çalışmalarında kullanmışlardır. Image J programından analyze particle komutu ile nesne sayısı (trabeküler kemik adası sayısı, NO) hesaplanmıştır. Bu nesnelerin feret çaplarını (FeD) yani trabeküllerin çapını ölçmüşler ve kutu sayma metoduyla fraktal değer elde etmişlerdir. Mevcut diş arası boşlukların farklılıkları nedeniyle ROI'lerin boyutları birbirinden farklı olduğundan, NO, birim alan başına ortalama NO'yu (MNO/A)

oluşturmak için ROI alanına bölmüşlerdir. MNO/A'nın sarkan restorasyonların altındaki alveolar kemikte (0,025) kontrol bölgelerine (0,054) göre daha düşük olduğu ve sarkan restorasyonların olduğu alveolar kemikteki MNO/A ile kontrol bölgeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu bulmuşlardır ($p < 0,0001$). Ancak sarkan restorasyon tarafındaki kemiğin FD değerleri ile kontrol taraf FD değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır ($p = 0,963$). Bahsedilen çalışmada ROI boyutları birbirinden farklıydı ve birim alan başına ne kadar NO düştüğünü hesaplamak için NO'yu ROI alanına bölmüşlerdir (MNO/A). Ancak bizim çalışmamızda ROI boyutu standart olduğu için buna ihtiyaç duyulmamıştır. Bizim elde ettiğimiz sonuçlara göre hastaların fraktal analiz değerleri incelendiğinde; taşkın tarafta elde edilen fraktal boyut değerleri, kontrol tarafında elde edilen fraktal boyut değerlerinden daha düşüktü. Taşkın FD ve kontrol FD karşılaştırıldığında aralarındaki farklılığın istatiksel olarak anlamlı olduğu görüldü. Yaşar ve ark yaptıkları bu çalışmada taşkın restorasyonun açısını da ölçmüşler ve sarkan restorasyonun açısı ile diğer veriler arasında herhangi bir korelasyon bulunamamıştır. Yaşar ve ark., taşkın restorasyonları bite-wing radyografiler üzerinden incelerken bizim çalışmamızda periapikal radyografiler incelenmiştir. Ayrıca onların çalışmalarındaki çalışmaya dahil edilen röntgen sayısı 28 iken bu çalışmada yapılan güç analizi sonucunda örneklem büyüklüğü 85 olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda fraktal analiz için çalışmaya dahil edilen taşkın restorasyonlu dişlerin, sağlıklı tarafındaki kemik dokusu kontrol olarak belirlenmiştir. Bu durumun Yaşar ve ark. çalışmalarında kontrol bölgesi olarak karşıt arktaki simetrik dişi seçmeleriyle bir farklılık oluşturmaktadır. Ek olarak bizim çalışmamızda ROI boyutunun standardize olması da onların çalışmaları ile farklılık oluşturan diğer bir durumdur. Dolayısıyla, bu iki çalışma arasındaki uyumsuzluk yukarıda bahsedilen yöntem farklılıklarından kaynaklanmış olabilir (Yasar vd., 2010). Ayrıca, çalışmalarında ölçümlerin tekrarlanabilirliği önemli bir ölçek aralığı sergilemiştir. Fraktal boyut ölçümleri incelendiğinde, kontrol tarafı için yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirliği için hesaplanan Cronbach alfa değeri 0,68 iken, sarkan restorasyonların olduğu taraf için yapılan ölçümlerin tekrarlanabilirliği için bu değerin 0,94 olduğu görülmüştür. Çalışmamızda, tekrarlanabilirliği değerlendirmek için hesaplanan sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) değeri kontrol tarafı için 0,900 ve sarkan restorasyonların bulunduğu taraf için 0,882 olarak bulunmuştur.

Taşkın restorasyonlu dişlerde sarkan kenarlarının periodontal dokulardaki etkisini fraktal analiz dışında başka yöntemlerle incelemeyi hedefleyen çalışmalar da mevcuttur. Bu

çalışmalarda alveolar kemik kret tepesinin yüksekliğindeki değişim, cep derinliği ölçümleri, plak ve dişeti indeks ölçümleri kullanılarak bu durum değerlendirilmeye çalışılmıştır (Jansson vd., 1994; Millar & Blake, 2019; Roman-Torres vd., 2006; Tarcin vd., 2023).

Millar ve Blake, 35 adet taşkın restorasyon olan çene bölgesine ait ve 35 adet karşı taraftaki arkı içeren bite-wing radyografileri incelemişlerdir. Referans olarak taşkın kenarın en uç noktası ve kontrol dişin mine sement sınırından alveolar kret tepesine olan mesafeyi karşılaştırmışlardır. Radyografik değerlendirmeye göre, deney dişleri için yıllık ortalama kemik kaybı 0,16 mm (0,06-0,77 mm aralığı) iken kontrol dişleri için yıllık ortalama kemik kaybı 0,06 mm (0,025-0,33 mm aralığı) olarak bulmuşlardır. Bununla birlikte büyük çıkıntıların küçük çıkıntılara göre daha fazla kemik kaybına neden olduğunu ama tüm sarkık kenarların kemik kaybını arttırmadığını da gözlemlemişlerdir. Bu durumu; kemik kaybına doğrudan taşkın kenarların neden olmadığını, hastaya bağlı faktörlerin de söz konusu olabileceğine bağlamışlardır (Millar & Blake, 2019).

Tarçın ve ark. KIBT üzerinden yaptıkları çalışmada taşkın restorasyonlu dişleri ve kontrol grubu olarak sağlam karşı veya komşu dişleri incelemişlerdir. Kemik kaybını, mesafe ölçüm aracı kullanılarak CEJ ile interproksimal alveoler kret arasındaki mesafe ölçerek belirlemişlerdir. Sarkan yüzeylere (2,28 ± 1,69 mm) bitişik kemik kaybı miktarı, kontrol yüzeylerine (1,53 ± 1,73 mm) kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bulmuşlardır. ($p < 0,05$). Ancak taşkın kenarı olmayan arayüz restorasyonların da kemik kaybına neden olduğunu ve sarkık kenarın boyutuyla kemik kaybı arasında bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir (Tarcin vd., 2023).Bizim çalışmamızdaki taşkın kenar açılarının fraktal boyut değeri ile arasında bir korelasyonun görülmemesi durumu literatürlerle uyumlu olduğu söylenebilir.

Önceki çalışmalarda taşkın restorasyonlu diş ve kontralateral çene bölgesindeki simetrik dişin veya komşu dişlerin kemik yapısı incelenmiştir (Millar & Blake, 2019; Tarcin vd., 2023; Yasar vd., 2010). Ancak çalışmamızda taşkın kenarın etkisinin daha net kıyaslanabileceği düşüncesiyle aynı dişin iki farklı arayüzündeki interdental kemik bölgesi incelenmiştir. Bu değerlendirme yapılırken dişsiz bölgelerdeki kemiğin yoğunluğunun ve yapısının değişebileceğinden yola çıkarak dişlerin diğer dişlerle komşuluğu önemsenmiş ve dişsiz bölgeler çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmamızın bulguları dahilinde, taşkın restorasyonlar diğer çalışmalarda olduğu gibi en sık maksillar molar bölgede görülmüştür.

Bunun sebebi bu bölgelerin daha az görünür olmasına ve ulaşımının daha sınırlı olmasına bağlanmıştır (Jenkins vd., 1994; Kells & Linden, 1992; Millar & Blake, 2019; Pack vd., 1990; Tarcin vd., 2023).

Dindar ve ark. taşkın restorasyona komşu marjinal kemik yüksekliğini ve yoğunluğunu radyografik olarak belirleyip kontrol bölgeleriyle kıyaslamışlardır. Marjinal kemik kaybını değerlendirmek için CEJ ile marjinal kemik seviyesi arasındaki mesafe ölçülmüş ve aynı dişin kontrol sağlam yüzeyi ve kontralateral dişin aynı tarafı ile karşılaştırıldığında anlamlı bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Kemik yoğunluğunu ölçmek için taşkın kenara komşu marjinal kemikten 35x35 boyutlarında ROI seçilmiş ve ROI'nin piksel yoğunluğu (PI) Hounsfield birimleri (HU) cinsinden ölçülmüştür. Kontrol grubu olarak aynı dişin diğer yüzeyi değerlendirmeye alınmıştır. Taşkın restorasyona bitişik marjinal kemiğin kemik yoğunluğu ölçümleri, aynı dişin kontrol sağlam yüzeyine göre önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur (Dindar vd., 2022). Taşkın kenarlı taraf ile aynı dişin sağlam tarafı arasında kemik yapısında anlamlı fark gözlemlemeleri bizim çalışmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir.

85 adet periapikal radyografi üzerinden elde ettiğimiz sonuçlar doğrultusunda taşkın kenar tarafındaki fraktal boyut değerinin kontrol tarafına kıyasla anlamlı bir şekilde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda taşkın restorasyonların alveolar kemikteki olası negatif etkilerini, fraktal analiz yardımıyla değerlendirilebileceği ortaya konulmuştur. Bu nedenle 'Taşkın restorasyonların, trabeküler kemiğin fraktal boyut değerlerine etkisi yoktur' kör hipotezi reddedilmiştir.

Bu çalışma restrospektif bir çalışma olduğundan ve sadece radyografik bir çalışma olmasından kaynaklı olarak hastaların mevcut klinik değerlendirmeleri çalışmaya dahil edilememiştir. Ancak taşkın restorasyonların komşu alveolar kemikteki gözle görülmeyen etkisini değerlendirebilmek amacıyla radyografik olarak vertikal kemik kaybı görülen ve periodontal yıkımın fazla olduğu düşünülen görüntüler çalışma dışı bırakılmıştır. Böylece radyografik olarak kontrol grubuyla uyumlu görünen taşkın restorasyonlara komşu trabeküler kemikte, gözle görülmeyen bir kayıp olduğunu fraktal analiz ile tespit edilebilmiştir.

Fraktal analiz çalışmalarında sıklıkla panaromik, periapikal, bite-wing, CBCT görüntüleme cihazları kullanılmıştır (Aktuna Belgin & Serindere, 2020; Kayipmaz vd.,

2019; Millar & Blake, 2019; Yasar vd., 2010). Bollen ve ark, panaromik ve periapikal radyografilerdeki fraktal boyut değerlerini karşılaştırması sonucu periapikal radyografilerdeki fraktal değerin daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Periapikal radyografilerin panaromik radyografilere göre daha yüksek çözünürlükte olduğunu ve ince kemik trabeküllerini tespit etmede daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir (Bollen vd., 2001). Panaromik, periapikal ve KIBT görüntülemelerinden fraktal analiz ile trabeküler kemiğin yapısının değerlendirilmesi en iyi periapikal radyografilerde; ardından sırasıyla panaromik ve KIBT aracılığıyla gerçekleştirildiği belirtilmiştir (Vadiati Saberi vd., 2021).

Çalışmamızın sınırlamalarından birisi, periapikal röntgenler restrospektif olarak incelendiği için taşkın restorasyonların ne zaman yerleştirildiği ile ilgili bilgimizin olmamasıydı. Ancak hastaların mevcut diğer röntgenleri de incelenerek yeni yapıldığı düşünülen restorasyonlar çalışma dışı bırakılmıştır. Bu çıkarımı yapamadığımız durumlar için de restorasyonların yerleştirilmesinden itibaren hastaların kurumumuza başvurması arasında belli bir sürenin geçtiği düşünülmüştür. Ayrıca çalışmamızda periapikal radyografiler retrospektif olarak incelenmiş ancak bu radyografilerin standardize olup olmadığı bilinmemektedir. Daha önce yapılan bir çalışmaya göre radyografik açılanmanın ve tüp ayarlarındaki farklılığın periapikal radyografilerden elde edilen fraktal boyutu etkileyip etkilemediğini değerlendirilmiş ve bu değerler değiştirildiğinde fraktal boyut farklılıklarının tüm değişkenler (açılanma, tüp potansiyeli ve impuls) için istatistiksel olarak önemsiz ( $p< 0.05$) olduğunu belirtmişlerdir (Jolley vd., 2006).

Bu çalışmadan elde edilen bulgular günümüzde hala karşılaşılan taşkın restorasyonların etkilerinin göz ardı edilemeyeceğini, ideal marjinal uyumun önemini ortaya koymaktadır. Uygun matriks ve kama sistemlerinin kullanımı, yeterli cilalama işlemleri ile bu problemlerin daha az görülmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Mevcut taşkın restorasyonların giderilerek alveolar kemik üzerindeki değişikliklerin fraktal analiz çalışmalarıyla takip edilmesini amaçlayan klinik araştırmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

## 6. SONUÇ

Bu tez çalışmasından elde edilen bulgulara göre aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır:

1. Taşkın restorasyonlar en sık maksillar molar bölgede ve disto-okluzal kavite tipine sahip dişlerde görülmüştür.
2. Taşkın restorasyonların trabeküler kemik üzerindeki osteoporotik etkisini tespit etmede fraktal analizin yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır.
3. Taşkın restorasyonlar, alveolar kemikte gözle görülmeyen kayıplara neden olmaktadır.
4. Taşkın restorasyon açısı ile fraktal boyut arasında bir korelasyon bulunmamıştır.

## 7.KAYNAKÇA


Aktuna Belgin, C., & Serindere, G. (2020). Evaluation of trabecular bone changes in patients with periodontitis using fractal analysis: A periapical radiography study. *Journal of Periodontology*, *91*(7), 933-937. https://doi.org/10.1002/JPER.19-0452

Apolinário, A. C., Sindeaux, R., de Souza Figueiredo, P. T., Guimarães, A. T. B., Acevedo, A. C., Castro, L. C., de Paula, A. P., de Paula, L. M., de Melo, N. S., & Leite, A. F. (2016). Dental panoramic indices and fractal dimension measurements in osteogenesis imperfecta children under pamidronate treatment. *Dento Maxillo Facial Radiology*, *45*(4), 20150400. https://doi.org/10.1259/dmfr.20150400

Arneberg, P., Silness, J., & Nordbø, H. (1980). Marginal fit and cervical extent of class II amalgam restorations related to periodontal condition. A clinical and roentgenological study of overhang elimination. *Journal of Periodontal Research*, *15*(6), 669-677. https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1980.tb00327.x

Arsan, B., Köse, T. E., Çene, E., & Özcan, İ. (2017). Assessment of the trabecular structure of mandibular condyles in patients with temporomandibular disorders using fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, *123*(3), 382-391. https://doi.org/10.1016/j.oooo.2016.11.005

Avsever, I. H., ORHAN, K., Özen, T., Karaçayli, Ü., & Görgülü, S., (2015). Evaluation of mandibular bone structure in sickle cell anemia patients. *Gulhane Medical Journal* , vol.57, no.1, 11-15.

Ayaz, D. F., Tağtekin, D. D. D., & Yanıkoğlu, P. D. F. (2011). Güncel matris sistemlerine klinik yaklaşım. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, *2011*(4), Article 4.

Baksi, B. G., & Fidler, A. (2011). Fractal analysis of periapical bone from lossy compressed radiographs: A comparison of two lossy compression methods. *Journal of Digital Imaging*, *24*(6), 993-998. https://doi.org/10.1007/s10278-011-9383-0

Barnes, D. M., Blank, L. W., Thompson, V. P., Holston, A. M., & Gingell, J. C. (1991). A 5- and 8-year clinical evaluation of a posterior composite resin. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, *22*(2), 143-151.

Barnsley, M. F., Devaney, R. L., Mandelbrot, B. B., Peitgen, H.-O., Saupe, D., & Voss, R. F. (1988). *The Science of Fractal Images* (H.-O. Peitgen & D. Saupe, Ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3784-6

Björn, A. L., Björn, H., & Grkovic, B. (1969). Marginal fit of restorations and its relation to peridontal bone level. I. Metal fillings. *Odontologisk Revy*, *20*(3), 311-321.

Black, G. V. (1908). *A work on operative dentistry*. Medico-dental Publishing Company.

Bohaty, B. S., Ye, Q., Misra, A., Sene, F., & Spencer, P. (2013). Posterior composite restoration update: Focus on factors influencing form and function. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, *5*, 33-42. https://doi.org/10.2147/CCIDE.S42044

Bollen, A. M., Taguchi, A., Hujoel, P. P., & Hollender, L. G. (2001). Fractal dimension on dental radiographs. *Dento Maxillo Facial Radiology*, *30*(5), 270-275. https://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600630

Bostrom, M., Yang, xu, & Koutras, I. (2000). Biologics in bone healing. *Current Opinion in Orthopaedics*, *11*, 403-412. https://doi.org/10.1097/00001433-200010000-00013

Broadbent, J. M., Williams, K. B., Thomson, W. M., & Williams, S. M. (2006). Dental restorations: A risk factor for periodontal attachment loss? *Journal of clinical periodontology*, *33*(11), 803-810. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2006.00988.x.

Brunsvold, M. A., & Lane, J. J. (1990). The prevalence of overhanging dental restorations and their relationship to periodontal disease. *Journal of Clinical Periodontology*, *17*(2), 67-72. https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1990.tb01064.x

Burch, J. G., Garrity, T., & Schnecker, D. (1976). Periodontal pocket depths related to adjacent proximal tooth surface conditions and restorations. *Journal of the Kentucky Dental Association*, *28*(4), 13-18.

Burr, D. B., & Allen, M. R. (2019). *Basic and Applied Bone Biology*. Academic Press.

Carranza, F. A., Newman, M. G., Takei, H. H., & Klokkevold, P. R. (2006). *Carranza's clinical, periodontology* (10th ed). Saunders Elsevier. http://bv

Chen, J. T., Burch, J. G., Beck, F. M., & Horton, J. E. (1987). Periodontal attachment loss associated with proximal tooth restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *57*(4), 416-420. https://doi.org/10.1016/0022-3913(87)90005-9

Chen, S.-K., Oviir, T., Lin, C.-H., Leu, L.-J., Cho, B.-H., & Hollender, L. (2005). Digital imaging analysis with mathematical morphology and fractal dimension for evaluation of periapical lesions following endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, *100*(4), 467-472. https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.05.075

Chu, T.-M. G., Liu, S. S.-Y., & Babler, W. J. (2014). Chapter 11—Craniofacial Biology, Orthodontics, and Implants. İçinde D. B. Burr & M. R. Allen (Ed.), *Basic and Applied Bone Biology* (ss. 225-242). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416015-6.00011-3

Chuang, S.-F., Su, K.-C., Wang, C.-H., & Chang, C.-H. (2011). Morphological analysis of proximal contacts in class II direct restorations with 3D image reconstruction. *Journal of Dentistry*, *39*(6), 448-456. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.04.001

Claman, L. J., Koidis, P. T., & Burch, J. G. (1986). Proximal tooth surface quality and periodontal probing depth. *Journal of the American Dental Association (1939)*, *113*(6), 890-893. https://doi.org/10.14219/jada.archive.1986.0305

Correa, M. B., Peres, M. A., Peres, K. G., Horta, B. L., Barros, A. D., & Demarco, F. F. (2012). Amalgam or composite resin? Factors influencing the choice of restorative material. *Journal of Dentistry*, *40*(9), 703-710. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.04.020

Créton, M., Geraets, W., Verhoeven, J. W., van der Stelt, P. F., Verhey, H., & Cune, M. (2012). Radiographic features of mandibular trabecular bone structure in hypodontia. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *14*(2), 241-249. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2009.00246.x

Cross, S. S. (1994). The application of fractal geometric analysis to microscopic images. *Micron (Oxford, England: 1993)*, *25*(1), 101-113. https://doi.org/10.1016/0968-4328(94)90057-4

Demirbaş, A. K., Ergün, S., Güneri, P., Aktener, B. O., & Boyacioğlu, H. (2008). Mandibular bone changes in sickle cell anemia: Fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, *106*(1), e41-48. https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.03.007

Dietschi, D., & Spreafico, R. (1997). Restaurações adesivas: Conceitos atuais para o tratamento estético de dentes posteriores. Içinde *Restaurações adesivas: Conceitos atuais para o tratamento estético de dentes posteriores* (ss. 215-215). https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-625928

Dindar, M. B., Açıkgöz-Alparslan, E., & Tekbaş-Atay, M. (2022). Radiographic Evaluation of Marginal Bone Height and Density Around Overhanging Dental Restorations. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, *42*(3), 401-408. https://doi.org/10.11607/prd.5424

Dörfer, C. E., von Bethlenfalvy, E. R., Staehle, H. J., & Pioch, T. (2000). Factors influencing proximal dental contact strengths. *European Journal of Oral Sciences*, *108*(5), 368-377. https://doi.org/10.1034/j.1600-0722.2000.108005368.x

Drummond, J. L., Thompson, M., & Super, B. J. (2005). Fracture surface examination of dental ceramics using fractal analysis. *Dental Materials*, *21*(6), 586-589. https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.12.002

Eid, M. (1987). Relationship between overhanging amalgam restorations and periodontal disease. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, *18*(11), 775-781.

Eli, I., Weiss, E., Kozlovsky, A., & Levi, N. (1991). Wedges in restorative dentistry: Principles and applications. *Journal of Oral Rehabilitation*, *18*(3), 257-264. https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1991.tb00055.x

Fazzalari, N. L., & Parkinson, I. H. (1996). Fractal Dimension and Architecture of Trabecular Bone. *The Journal of Pathology*, *178*(1), 100-105. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9896(199601)178:1<100::AID-PATH429>3.0.CO;2-K

Felton, D. A., Kanoy, B. E., Bayne, S. C., & Wirthman, G. P. (1991). Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *65*(3), 357-364. https://doi.org/10.1016/0022-3913(91)90225-l

Fernandes, M. A., Ribeiro Rosa, E. A., Johann, A. C. B. R., Grégio, A. M. T., Trevilatto, P. C., & Azevedo-Alanis, L. R. (2016). Applicability of fractal dimension analysis in dental radiographs for the evaluation of renal osteodystrophy. *Fractals*, *24*(01), 1650010. https://doi.org/10.1142/S0218348X16500109

Frankenberger, R., Krämer, N., Pelka, M., & Petschelt, A. (1999a). Internal adaptation and overhang formation of direct class II resin composite restorations. *Clinical Oral Investigations*, *3*(4), 208-215. https://doi.org/10.1007/s007840050103

Frankenberger, R., Krämer, N., Pelka, M., & Petschelt, A. (1999b). Internal adaptation and overhang formation of direct Class II resin composite restorations. *Clinical Oral Investigations*, *3*(4), 208-215. https://doi.org/10.1007/s007840050103

Fuhrmann, R. A., Wehrbein, H., Langen, H. J., & Diedrich, P. R. (1995). Assessment of the dentate alveolar process with high resolution computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, *24*(1), 50-54. https://doi.org/10.1259/dmfr.24.1.8593909

Garg, N. (2015). *Textbook of Operative Dentistry*. JP Medical Ltd.

Garg, N., & Garg, A. (2010). *Textbook of Operative Dentistry*. Boydell & Brewer Ltd.

Gaudie, W. M. (1985). Pathogenesis of periodontal disease: Overhanging margins of dental restorations. *Journal of the New Zealand Society of Periodontology*, *60*, 6-7. Scopus.

Geraets, W. G., & van der Stelt, P. F. (2000). Fractal properties of bone. *Dentomaxillofacial Radiology*, *29*(3), 144-153. https://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600524

Gilmore, N., & Sheiham, A. (1971). *Journal of Periodontology*, *42*(1), 8-12. https://doi.org/10.1902/jop.1971.42.1.8

Gilmour, A. S., James, T., Bryant, S., Gardner, A., Stone, D., & Addy, L. D. (2008). An in vitro study on the use of circumferential matrix bands in the placement of Class II amalgam restorations. *British Dental Journal*, *204*(6), E10; discussion 310-311. https://doi.org/10.1038/bdj.2008.135

Gomory, R. (2010). Benoît Mandelbrot (1924-2010). *Nature*, *468*(7322), 378. https://doi.org/10.1038/468378a

González-Martín, O., Lee, E. A., & Veltri, M. (2012). CBCT fractal dimension changes at the apex of immediate implants placed using undersized drilling. *Clinical Oral Implants Research*, *23*(8), 954-957. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02246.x

Gorzo, I., Newman, H. N., & Strahan, J. D. (1979). Amalgam restorations, plaque removal and periodontal health. *Journal of Clinical Periodontology*, *6*(2), 98-105. https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1979.tb02188.x
Gumussoy, I., Miloglu, O., Cankaya, E., & Bayrakdar, I. S. (2016). Fractal properties of the trabecular pattern of the mandible in chronic renal failure. *Dento Maxillo Facial Radiology*, *45*(5), 20150389. https://doi.org/10.1259/dmfr.20150389

Güngör, E., Yildirim, D., & Çevik, R. (2016). Evaluation of osteoporosis in jaw bones using cone beam CT and dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of Oral Science*, *58*(2), 185-194. https://doi.org/10.2334/josnusd.15-0609

Haak, R., Wicht, M. J., Hellmich, M., & Noack, M. J. (2002). Detection of marginal defects of composite restorations with conventional and digital radiographs. *European Journal of Oral Sciences*, *110*(4), 282-286. https://doi.org/10.1034/j.1600-0722.2002.21271.x

Haak, R., Wicht, M. J., & Noack, M. J. (2001). Conventional, digital and contrast-enhanced bitewing radiographs in the decision to restore approximal carious lesions. *Caries Research*, *35*(3), 193-199. https://doi.org/10.1159/000047455

Highfield, J. E., & Powell, R. N. (1978). Effects of removal of posterior overhanging metallic margins of restorations upon the periodontal tissues. *Journal of Clinical Periodontology*, *5*(3), 169-181. https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1978.tb02277.x

Hildebolt, C. F., Zerbolio, D. J., Shrout, M. K., Ritzi, S., & Gravier, M. J. (1992). Radiometric Classification of Alveolar Bone Health. *Journal of Dental Research*, *71*(9), 1594-1597. https://doi.org/10.1177/00220345920710090901

Huang, C. C., Chen, J. C., Chang, Y. C., Jeng, J. H., & Chen, C. M. (2013). A fractal dimensional approach to successful evaluation of apical healing. *International Endodontic Journal*, *46*(6), 523-529. https://doi.org/10.1111/iej.12020

Hwang, J. J., Lee, J.-H., Han, S.-S., Kim, Y. H., Jeong, H.-G., Choi, Y. J., & Park, W. (2017). Strut analysis for osteoporosis detection model using dental panoramic radiography. *Dento Maxillo Facial Radiology*, *46*(7), 20170006. https://doi.org/10.1259/dmfr.20170006

Iezzi, G., Aprile, G., Tripodi, D., Scarano, A., Piattelli, A., & Perrotti, V. (2011). Implant surface topographies analyzed using fractal dimension. *Implant Dentistry*, *20*(2), 131-138. https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31820fb171

Jeffcoat, M. K. (1992). Radiographic methods for the detection of progressive alveolar bone loss. *Journal of Periodontology*, *63*(4 Suppl), 367-372. https://doi.org/10.1902/jop.1992.63.4s.367

Jeffcoat, M. K., & Howell, T. H. (1980). Alveolar bone destruction due to overhanging amalgam in periodontal disease. *Journal of Periodontology*, *51*(10), 599-602. https://doi.org/10.1902/jop.1980.51.10.599

Jenkins, W. M., Cross, L. J., & Kinane, D. F. (1994). Cervical marginal fit of proximal amalgam restorations. *Journal of Dentistry*, *22*(2), 108-111. https://doi.org/10.1016/0300-5712(94)90013-2

Jolley, L., Majumdar, S., & Kapila, S. (2006). Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dento Maxillo Facial Radiology*, *35*(6), 393-397. https://doi.org/10.1259/dmfr/30969642

Juodzbalys, G., & Kubilius, M. (2013). Clinical and Radiological Classification of the Jawbone Anatomy in Endosseous Dental Implant Treatment. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, *4*(2), e2. https://doi.org/10.5037/jomr.2013.4202

Jurczyszyn, K., Kubasiewicz-Ross, P., Nawrot-Hadzik, I., Gedrange, T., Dominiak, M., & Hadzik, J. (2018). Fractal dimension analysis a supplementary mathematical method for bone defect regeneration measurement. *Annals of Anatomy = Anatomischer Anzeiger: Official Organ of the Anatomische Gesellschaft*, *219*, 83-88. https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.06.003

Kampouropoulos, D., Paximada, C., Loukidis, M., & Kakaboura, A. (2010). The Influence of Matrix Type on the Proximal Contact in Class II Resin Composite Restorations. *Operative Dentistry*, *35*(4), 454-462. https://doi.org/10.2341/09-272-L

Kaplan, I., & Schuman, N. J. (1986). Selecting a matrix for a Class II amalgam restoration. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *56*(1), 25-31. https://doi.org/10.1016/0022-3913(86)90277-5

Kato, C. N., Barra, S. G., Tavares, N. P., Amaral, T. M., Brasileiro, C. B., Mesquita, R. A., & Abreu, L. G. (2020). Use of fractal analysis in dental images: A systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, *49*(2), 20180457. https://doi.org/10.1259/dmfr.20180457

Kavitha, M. S., An, S.-Y., An, C.-H., Huh, K.-H., Yi, W.-J., Heo, M.-S., Lee, S.-S., & Choi, S.-C. (2015). Texture analysis of mandibular cortical bone on digital dental panoramic radiographs for the diagnosis of osteoporosis in Korean women. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, *119*(3), 346-356. https://doi.org/10.1016/j.oooo.2014.11.009

Kayipmaz, S., Akçay, S., & Sezgin, Ö. S. (2017). Osteoporotic mandibular changes caused by type 2 diabetes mellitus: A comparative study by cone beam computed tomography imaging. *Oral Radiology*, *33*(2), 108-116. https://doi.org/10.1007/s11282-016-0252-x

Kayipmaz, S., Akçay, S., Sezgin, Ö. S., & Çandirli, C. (2019). Trabecular structural changes in the mandibular condyle caused by degenerative osteoarthritis: A comparative study by cone-beam computed tomography imaging. *Oral Radiology*, *35*(1), 51-58. https://doi.org/10.1007/s11282-018-0324-1

Kells, B. E., & Linden, G. J. (1992). Overhanging amalgam restorations in young adults attending a periodontal department. *Journal of Dentistry*, *20*(2), 85-89. https://doi.org/10.1016/0300-5712(92)90110-x

Keogh, T. P., & Bertolotti, R. L. (2001). Creating tight, anatomically correct interproximal contacts. *Dental Clinics of North America*, *45*(1), 83-102.

Kurşun-Çakmak, E. Ş., & Bayrak, S. (2018). Comparison of fractal dimension analysis and panoramic-based radiomorphometric indices in the assessment of mandibular bone changes in patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, *126*(2), 184-191. https://doi.org/10.1016/j.oooo.2018.04.010

Lane, N., Armitage, G. C., Loomer, P., Hsieh, S., Majumdar, S., Wang, H.-Y., Jeffcoat, M., & Munoz, T. (2005). Bisphosphonate therapy improves the outcome of conventional periodontal treatment: Results of a 12-month, randomized, placebo-controlled study. *Journal of Periodontology*, *76*(7), 1113-1122. https://doi.org/10.1902/jop.2005.76.7.1113

Lang, N. P., Kiel, R. A., & Anderhalden, K. (1983). Clinical and microbiological effects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *Journal of Clinical Periodontology*, *10*(6), 563-578. https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1983.tb01295.x

Larson, T. D. (2012). Papag. *Northwest Dentistry*, *91*(1), 22-29.

Lawson, N. C., Janyavula, S., & Price, R. B. (2021). 2021 Trends in Restorative Dentistry: Composites, Curing Lights, and Matrix Bands. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, *42*(2), 93-94.

Leon, A. R. (1976). Amalgam restorations and periodontal disease. *British Dental Journal*, *140*(11), 377-382. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4803766

Lervik, T., Riordan, P. J., & Haugejorden, O. (1984). Periodontal disease and approximal overhangs on amalgam restorations in Norwegian 21-year-olds. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, *12*(4), 264-268. https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1984.tb01452.x

Liebenberg, W. H. (2002). The proximal precinct in direct posterior composite restorations: Interproximal integrity. *Practical Procedures & Aesthetic Dentistry: PPAD*, *14*(7), 587-594; quiz 596.

Loomans, B. a. C., Opdam, N. J. M., Roeters, F. J. M., Bronkhorst, E. M., Burgersdijk, R. C. W., & Dörfer, C. E. (2006). A randomized clinical trial on proximal contacts of posterior composites. *Journal of Dentistry*, *34*(4), 292-297. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.07.008

Loomans, B. a. C., Opdam, N. J. M., Roeters, F. J. M., Bronkhorst, E. M., & Huysmans, M. C. D. N. J. M. (2009). Restoration techniques and marginal overhang in Class II composite resin restorations. *Journal of Dentistry*, *37*(9), 712-717. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.05.025

Loomans, B. A. C., Opdam, N. J. M., Roeters, F. J. M., & Huysmans, M.-C. D. N. J. M. (2012). Proximal marginal overhang of composite restorations in relation to placement technique of separation rings. *Operative Dentistry*, *37*(1), 21-27. https://doi.org/10.2341/10-286-L

Majumdar, S., Link, T. M., Millard, J., Lin, J. C., Augat, P., Newitt, D., Lane, N., & Genant, H. K. (2000). In vivo assessment of trabecular bone structure using fractal analysis of distal radius radiographs. *Medical Physics*, *27*(11), 2594-2599. https://doi.org/10.1118/1.1319375

Mandelbrot, B. (1967). How long is the coast of britain? Statistical self-similarity and fractional dimension. *Science (New York, N.Y.)*, *156*(3775), 636-638. https://doi.org/10.1126/science.156.3775.636

Mandelbrot kümesi. (2024). İçinde *Vikipedi*. https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Mandelbrot_k%C3%BCmesi&oldid=31066966

Margolis, F. (2010). Aesthetic dentistry for tots and teens. *Dentistry today*, *29*, 110, 112-113.

McGehee, W. H. O., True, H. A., & Inskipp, E. F. (1956). *A Textbook of Operative Dentistry*. Blakiston Division, McGraw-Hill.

Millar, B., & Blake, K. (2019). The influence of overhanging restoration margins on interproximal alveolar bone levels in general dental practice. *British Dental Journal*, *227*(3), 223-227. https://doi.org/10.1038/s41415-019-0530-1

Mjör, I. A. (2005a). Clinical diagnosis of recurrent caries. *Journal of the American Dental Association (1939)*, *136*(10), 1426-1433. https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0057

Mjör, I. A. (2005b). Clinical diagnosis of recurrent caries. *Journal of the American Dental Association (1939)*, *136*(10), 1426-1433. https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0057

Mjör, I. A., & Gordan, V. V. (2002). Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. *Operative Dentistry*, *27*(5), 528-534.

Mohtavipour, S. T., Dalili, Z., & Azar, N. G. (2011). Direct digital radiography versus conventional radiography for estimation of canal length in curved canals. *Imaging Science in Dentistry*, *41*(1), 7-10. https://doi.org/10.5624/isd.2011.41.1.7

Mondelli, J., Franco, E. B., Pereira, J. C., Ishikiriama, A., Francischone, C. E., Mondelli, R. F. L., Navarro, M. F. de L., Valera, R. C., Silva e Souza Júnior, M. H. da, Carvalho, R. M. de, & Bastos, M. T. A. A. (2002). *Dentística: Procedimentos pré-clínicos*. https://repositorio.usp.br/item/001320277

Monje, A., Chan, H.-L., Galindo-Moreno, P., Elnayef, B., Suarez-Lopez del Amo, F., Wang, F., & Wang, H. L. (2015). Alveolar Bone Architecture: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Periodontology*, *86*(11), 1231-1248. https://doi.org/10.1902/jop.2015.150263

Mörner-Svalling, A.-C., Tronje, G., Andersson, L. G., & Welander, U. (2003). Comparison of the diagnostic potential of direct digital and conventional intraoral radiography in the evaluation of peri-implant conditions. *Clinical Oral Implants Research*, *14*(6), 714-719. https://doi.org/10.1046/j.0905-7161.2003.clr140607.x

Mu, T.-J., Lee, D.-W., Park, K.-H., & Moon, I.-S. (2013). Changes in the fractal dimension of peri-implant trabecular bone after loading: A retrospective study. *Journal of Periodontal & Implant Science*, *43*(5), 209 214. https://doi.org/10.5051/jpis.2013.43.5.209

Mulder, L., Koolstra, J. H., de Jonge, H. W., & van Eijden, T. M. G. J. (2006). Architecture and mineralization of developing cortical and trabecular bone of the mandible. *Anatomy and Embryology*, *211*(1), 71-78. https://doi.org/10.1007/s00429-005-0054-0

Müllejans, R., Badawi, M. O. F., Raab, W. H. M., & Lang, H. (2003). An in vitro comparison of metal and transparent matrices used for bonded class II resin composite restorations. *Operative Dentistry*, *28*(2), 122 126.

Opdam, N. J., Roeters, F. J., Feilzer, A. J., & Smale, I. (1998). A radiographic and scanning electron microscopic study of approximal margins of Class II resin composite restorations placed in vivo. *Journal of Dentistry*, *26*(4), 319-327. https://doi.org/10.1016/s0300-5712(97)00024-9

Oshida, Y., Munoz, C. A., Winkler, M. M., Hashem, A., & Itoh, M. (1993). Fractal dimension analysis of aluminum oxide particle for sandblasting dental use. *Bio-Medical Materials and Engineering*, *3*(3), 117-126.

Pack, A. R., Coxhead, L. J., & McDonald, B. W. (1990). The prevalence of overhanging margins in posterior amalgam restorations and periodontal consequences. *Journal of Clinical Periodontology*, *17*(3), 145-152. https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1990.tb01078.x

Padbury, A., Eber, R., & Wang, H.-L. (2003). Interactions between the gingiva and the margin of restorations. *Journal of Clinical Periodontology*, *30*(5), 379-385. https://doi.org/10.1034/j.1600-051x.2003.01277.x

Papageorgiou, S. N., Papadelli, A. P., Koidis, P. T., & Petridis, H. P. (2013). The effect of prosthetic margin location on caries susceptibility. A systematic review and meta-analysis. *British Dental Journal*, *214*(12), 617-624. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2013.582

Parsell, D. E., Streckfus, C. F., Stewart, B. M., & Buchanan, W. T. (1998). The effect of amalgam overhangs on alveolar bone height as a function of patient age and overhang width. *Operative Dentistry*, *23*(2), 94-99.

Pefferkorn, A., Pefferkorn, E., & Haïkel, Y. (2006). Influence of the colloidal crystal-like arrangement of polymethylmethacrylate bonded aerosil particles on the polymerization shrinkage of composite resins. *Dental Materials*, *22*(7), 661-670. https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.08.005

Pentland, A. (1984). Fractal-Based Description of Natural Scenes. *IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE*, *6*(6), 661-674. https://doi.org/10.1109/TPAMI.1984.4767591

Perrotti, V., Aprile, G., Degidi, M., Piattelli, A., & Iezzi, G. (2011). Fractal analysis: A novel method to assess roughness organization of implant surface topography. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, *31*(6), 633-639.

Peumans, M., Venuti, P., Politano, G., & Van Meerbeek, B. (2021). Effective Protocol for Daily High-quality Direct Posterior Composite Restorations. The Interdental Anatomy of the Class-2 Composite Restoration. *The Journal of Adhesive Dentistry*, *23*(1), 21-34. https://doi.org/10.3290/j.jad.b916819

Raghu, R., & Srinivasan, R. (2011). Optimizing tooth form with direct posterior composite restorations. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, *14*(4), 330-336. https://doi.org/10.4103/0972-0707.87192

Regan, J. E., & Mitchell, D. F. (1963). Roentgenographic and dissection measurements of alveolar crest height. *The Journal of the American Dental Association*, *66*(3), 356-359. https://doi.org/10.14219/jada.archive.1963.0106

Reitemeier, B., Hänsel, K., Walter, M. H., Kastner, C., & Toutenburg, H. (2002). Effect of posterior crown margin placement on gingival health. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *87*(2), 167-172. https://doi.org/10.1067/mpr.2002.121585

Ritter, A. V., Boushell, L. W., & Walter, R. (Ed.). (2019). *Sturdevant's art and science of operative dentistry* (Seventh edition). Elsevier.

Roman-Torres, C. V. G., Cortelli, S. C., de Araujo, M. W. B., Aquino, D. R., & Cortelli, J. R. (2006). A short term clinical and microbial evaluation of periodontal therapy associated with amalgam overhang removal. *Journal of Periodontology*, *77*(9), 1591-1597. https://doi.org/10.1902/jop.2006.050145

Saffar, J.-L., Lasfargues, J.-J., & Cherruau, M. (1997). Alveolar bone and the alveolar process: The socket that is never stable. *Periodontology 2000*, *13*(1), 76-90. https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1997.tb00096.x

Sánchez, I., & Uzcátegui, G. (2011). Fractals in dentistry. *Journal of Dentistry*, *39*(4), 273-292. https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.01.010

Sanchez-Molina, D., Velazquez-Ameijide, J., Quintana, V., Arregui-Dalmases, C., Crandall, J., Subit, D., & Kerrigan, J. (2012). Fractal dimension and mechanical properties of human cortical bone. *Medical engineering & physics*, *35*. https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2012.06.024

Sansare, K., Singh, D., & Karjodkar, F. (2011). Changes in the fractal dimension on pre- and post-implant panoramic radiographs. *Oral Radiology*, *28*, 15-23. https://doi.org/10.1007/s11282-011-0075-8

Schwartz, R. S., Summitt, J. B., & Robbins, J. W. (1996). *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. Quintessence Pub.

Sener, E., Cinarcik, S., & Baksi, B. G. (2015). Use of Fractal Analysis for the Discrimination of Trabecular Changes Between Individuals With Healthy Gingiva or Moderate Periodontitis. *Journal of Periodontology*, *86*(12), 1364-1369. https://doi.org/10.1902/jop.2015.150004

Servais, J. A., Gaalaas, L., Lunos, S., Beiraghi, S., Larson, B. E., & Leon-Salazar, V. (2018). Alternative cone-beam computed tomography method for the analysis of bone density around impacted maxillary canines. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, *154*(3), 442-449. https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2018.01.008

Shrout, M. K., Hildebolt, C. F., & Potter, B. J. (1997). The effect of varying the region of interest on calculations of fractal index. *Dento Maxillo Facial Radiology*, *26*(5), 295-298. https://doi.org/10.1038/sj.dmfr.4600260

Shrout, M. K., Roberson, B., Potter, B. J., Mailhot, J. M., & Hildebolt, C. F. (1998). A comparison of 2 patient populations using fractal analysis. *Journal of Periodontology*, *69*(1), 9-13. https://doi.org/10.1902/jop.1998.69.1.9

Smith, G. P. (1957). The marginal fit of the full cast shoulderless crown. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *7*(2), 231-243. https://doi.org/10.1016/0022-3913(57)90079-3

Smith, T. G., Lange, G. D., & Marks, W. B. (1996). Fractal methods and results in cellular morphology Dimensions, lacunarity and multifractals. *Journal of Neuroscience Methods*, *69*(2), 123-136. https://doi.org/10.1016/S0165-0270(96)00080-5

Sorensen, S. E., Larsen, I. B., & Jörgensen, K. D. (1986). Gingival and alveolar bone reaction to marginal fit of subgingival crown margins. *Scandinavian Journal of Dental Research*, *94*(2), 109-114. https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.1986.tb01373.x

Southard, T. E., Southard, K. A., Jakobsen, J. R., Hillis, S. L., & Najim, C. A. (1996). Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *82*(5), 569-576. https://doi.org/10.1016/S1079-2104(96)80205-8

Spedding, R. H. (1984). Two principles for improving the adaptation of stainless steel crowns to primary molars. *Dental Clinics of North America*, *28*(1), 157-175.

Sun, W., Xu, G., Gong, P., & Liang, S. (2006). Fractal analysis of remotely sensed images: A review of methods and applications. *International Journal of Remote Sensing*, *27*(22), 4963-4990. https://doi.org/10.1080/01431160600676695

Tarcin, B., Gumru, B., & Idman, E. (2023). Radiological assessment of alveolar bone loss associated with overhanging restorations: A retrospective cone beam computed tomography study. *Journal of Dental Sciences*, *18*(1), 165-174. https://doi.org/10.1016/j.jds.2022.06.021

Tarnow, D. P., Magner, A. W., & Fletcher, P. (1992). The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *Journal of Periodontology*, *63*(12), 995-996. https://doi.org/10.1902/jop.1992.63.12.995

Than, A., Duguid, R., & McKendrick, A. J. (1982). Relationship between restorations and the level of the

periodontal attachment. *Journal of Clinical Periodontology*, *9*(3), 193-202. https://doi.org/10.1111/j.1600 051x.1982.tb02059.x

Themes, U. F. O. (2015, Şubat 12). *Principles of Tooth Preparation*. Pocket Dentistry. https://pocketdentistry.com/principles-of-tooth-preparation-2/

Thomas, B. O. A. (1949). The Relationship of Operative Procedures to the Health of the Periodontal Tissues. *The Journal of the American Dental Association*, *39*(5), 522-532. https://doi.org/10.14219/jada.archive.1949.0108

Tofangchiha, M., Bakhshi, M., Fakhar, H. B., & Panjnoush, M. (2011). Conventional and digital radiography in vertical root fracture diagnosis: A comparison study. *Dental Traumatology: Official Publication of International Association for Dental Traumatology*, *27*(2), 143-146. https://doi.org/10.1111/j.1600 9657.2010.00973.x

Topic, B. (1986). The central role of the general practitioner in the treatment of periodontal disease. *International Dental Journal*, *36*(1), 1-7.

Torres, C. R. G. (2019). *Modern Operative Dentistry: Principles for Clinical Practice*. Springer Nature.

Tosun, S., Karataslioglu, E., Tulgar, M. M., & Derindag, G. (2022). Fractal analysis and periapical index evaluation of multivisit nonsurgical endodontic retreatment: A retrospective study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, *133*(2), 245-251. https://doi.org/10.1016/j.oooo.2021.08.016

Tözüm, T. F., Dursun, E., & Uysal, S. (2016). Radiographic Fractal and Clinical Resonance Frequency Analyses of Posterior Mandibular Dental Implants: Their Possible Association With Mandibular Cortical Index With 12-Month Follow-up. *Implant Dentistry*, *25*(6), 789-795. https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000496

Uğur Aydın, Z., Ocak, M. G., Bayrak, S., Göller Bulut, D., & Orhan, K. (2021). The effect of type 2 diabetes mellitus on changes in the fractal dimension of periapical lesion in teeth after root canal treatment: A fractal analysis study. *International Endodontic Journal*, *54*(2), 181-189. https://doi.org/10.1111/iej.13409

Umemori, S., Tonami, K.-I., Nitta, H., Mataki, S., & Araki, K. (2010). The possibility of digital imaging in the diagnosis of occlusal caries. *International Journal of Dentistry*, *2010*, 860515. https://doi.org/10.1155/2010/860515

Updike, S. X., & Nowzari, H. (2008). Fractal analysis of dental radiographs to detect periodontitis-induced trabecular changes. *Journal of Periodontal Research*, *43*(6), 658-664. https://doi.org/10.1111/j.1600 0765.2007.01056.x

Vadiati Saberi, B., Khosravifard, N., Nooshmand, K., Dalili Kajan, Z., & Ghaffari, M. E. (2021). Fractal analysis of the trabecular bone pattern in the presence/absence of metal artifact–producing objects: Comparison of cone-beam computed tomography with panoramic and periapical radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*, *50*(6), 20200559. https://doi.org/10.1259/dmfr.20200559

Vandenberghe, B., Jacobs, R., & Yang, J. (2007). Diagnostic validity (or acuity) of 2D CCD versus 3D CBCT-images for assessing periodontal breakdown. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *104*(3), 395-401. https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2007.03.012

Waggoner, W., & Nelson, T. (2019). *Restorative Dentistry for the Primary Dentition* (ss. 304-328.e3). https://doi.org/10.1016/B978-0-323-60826-8.00022-5

Walls, A. W., Murray, J. J., & McCabe, J. F. (1988). The management of occlusal caries in permanent molars. A clinical trial comparing a minimal composite restoration with an occlusal amalgam restoration. *British Dental Journal*, *164*(9), 288-292. https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4806431

White, J. M., & Eakle, W. S. (2000). Rationale and treatment approach in minimally invasive dentistry. *Journal of the American Dental Association (1939)*, *131 Suppl*, 13S-19S. https://doi.org/10.14219/jada.archive.2000.0394

White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). *Oral Radiology - E-Book: Principles and Interpretation*. Elsevier Health Sciences.

White, S. C., & Rudolph, D. J. (1999). Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, *88*(5), 628 635. https://doi.org/10.1016/s1079-2104(99)70097-1

Wiegand, A., & Attin, T. (2007). Treatment of proximal caries lesions by tunnel restorations. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *23*(12), 1461-1467. https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.12.004

Yasar, F., Yesilova, E., & Akgünlü, F. (2010). Alveolar bone changes under overhanging restorations. *Clinical Oral Investigations*, *14*(5), 543-549. https://doi.org/10.1007/s00784-009-0334-9

Yu, Y.-Y., Chen, H., Lin, C.-H., Chen, C.-M., Oviir, T., Chen, S.-K., & Hollender, L. (2009). Fractal dimension analysis of periapical reactive bone in response to root canal treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, *107*(2), 283-288. https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.05.047

Zeytinoğlu, M., İlhan, B., Dündar, N., & Boyacioğlu, H. (2015). Fractal analysis for the assessment of trabecular peri-implant alveolar bone using panoramic radiographs. *Clinical Oral Investigations*, *19*(2), 519 524. https://doi.org/10.1007/s00784-014-1245-y

Zieniewska, I., Maciejczyk, M., & Zalewska, A. (2020). The Effect of Selected Dental Materials Used in Conservative Dentistry, Endodontics, Surgery, and Orthodontics as Well as during the Periodontal Treatment on the Redox Balance in the Oral Cavity. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(24), 9684. https://doi.org/10.3390/ijms21249684