

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DIŞ HASTALIKLARI VE TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
ORAL DİAGNOZ VE RADYOLOJİ BİLİM DALI

**BAŞLANGIÇ OKLÜZAL ÇÜRÜKLERİNİN GÖZLE MUAYENE, GELENEKSEL
RADYOGRAFİ, DİREKT DİJİTAL RADYOGRAFİ VE LAZER FLORESANS CİHAZI
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Meryem TORAMAN ALKURT

TEZ YÖNETİCİSİ
Prof. Dr. Oya SİYAHHAN BALA

ANKARA, 2004

157566

GİRİŞ

Uygarlığın gelişimi ile artan ağız ve diş sorunları günümüzde toplumlar için önemli sayılabilecek boyutlara ulaşmıştır³¹. Diş çürüğü ve periodontal hastalık belki de dünyadaki en yaygın kronik hastalıklardır. Çürük, insanları tarih öncesinden beri etkilese de bu hastalığın dağılımı modern zamanda beslenme alışkanlıklarının değişmesine bağlı olarak artmıştır^{60,69}. Ancak, özellikle gelişmiş ülkelerde bu artış 1970'li yılların sonundan itibaren tersine dönmüş ve çürük yaygınlığında fark edilir bir azalma kaydedilmiştir²². Bu azalmanın sebebi tam olarak açıklanamasa içme sularına ve ayrıca pek çok oral hijyen ürününe, özellikle de diş macunlarına florid iyonu ilave edilmesinin buna neden olduğu bildirilmiştir⁶⁰.

Çürüğün batılı ülkelerdeki dağılımı incelendiğinde, özellikle yüksek ve orta sosyo - ekonomik sınıflarda çürüğün görülme sıklığının belirgin şekilde azaldığı, sosyo - ekonomik yapısı düşük olan sınıflarda ise diş çürüğü dağılımının daha yüksek olduğu görülmüştür. III. Amerikan Ulusal Sağlık ve Beslenme Araştırmaları Toplantısının sonuçlarında da toplumda görülen çürüklerin % 80'inin düşük sosyo - ekonomik sınıf veya azınlıklara ait olduğu rapor edilmiştir. Bu durum "çürük kutuplaşması" olarak adlandırılmıştır. Bütün dünyadaki dağılım göz önüne alındığında ise benzer bir kutuplaşma ile karşılaşmaktadır. Gelişmiş ülkelerde çürük yaygınlığı azalırken, az gelişmiş ülkelerde artmakta, ekonomik durumu çok kötü olan ülkelerde ise salgın denecek kadar vahim durumda olduğu belirtilmektedir. Bu durum ise çürük dağılımının dental tedavi masraflarını karşılama imkanı düşük olan toplumlarda arttığı gerçeğini ortaya çıkarmaktadır⁶⁰.

Çürük tedavisinin toplumlara maliyetinin oldukça yüksek olduğu bilinmektedir. Öte yandan direkt maliyet dışında, zaman ve iş gücü kaybı gibi dolaylı maliyetler de göz önünde bulundurulmalıdır. İlerleyen çürükler ve yanlış tedaviler sonucu

meydana gelecek diş kayıpları ve ekonomik olarak protetik restorasyon yaptırma imkanı olmayan bireylerde, çiğneme zorlukları ve beslenme bozukluklarını takiben gelişebilecek sindirim sistemi hastalıkları ciddi sosyo - ekonomik külfetler doğuracaktır. Çürüğün sebep olduğu bir diğer hasar, bedeli her ne kadar somut olarak saptanamasa da hastalarda yol açtığı acı, ağrı ve estetik kaygılardır. 1986 yılında Walter Loesche³⁵ çürük ve periodontal hastalıkları; *“çok sayıda insanın yaşam süresi boyunca savaşmak zorunda kaldığı, en sık rastlanan ve en pahalıya mal olan enfeksiyonlar”* şeklinde tanımlamıştır ve tüm bu anlatılanlar göz önünde bulundurulduğunda bu tanımlama hala geçerliliğini korumaktadır⁶⁰.

Tüm dünyada yaygınlığı ve etkileri düşünüldüğünde çürüğün tümüyle ortadan kaldırılması amacıyla çocuk felci ve çiçek hastalığı için yapılan toplumsal destekli etkin kampanyalar benzeri çalışmaların, şimdiye kadar hiç yapılmaması şaşırtıcıdır. Çürüğün tümüyle yok edilmesi için dört temel şart gereklidir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

1. Tümüyle yok etme gücüne sahip bir silahın (aşı gibi) bu amaçla kullanılması,
2. Güçlü ve etkili bir toplum sağlığı servisinin desteği,
3. Programın duyurulması için basın desteği,
4. Toplum düzeyinde çürük aktivasyonunun değerlendirilebileceği etkin bir araştırma sistemi⁴⁵.

Bu dört madde bir araya gelemediği için, günümüzde çürük hala ortadan kaldırılamamıştır. Çalışmalar devam etse de aşı henüz kullanılabilir durumda değildir. Tek ve en etkili toplumsal çürük kontrol metodu olan içme sularının florlanması da özellikle arka grup dişlerin pit ve fissür çürüklerini engellemede yeterli olamamıştır. Suların florlanması ve florid içeren preparatlar, beslenme ve oral hijyenlerine dikkat etmeyen kişilerde, tek başlarına çürük önlemede yeterli olmamaktadır.

Bugün gelinen noktada çürüğün tümüyle ortadan kaldırılması mümkün olmamakla beraber, ağız hijyeni eğitiminin yaygınlaşması ve toplumun bu eğitimin önemini kavrayacak bilince ulaşması sonucu koruyucu dişhekimliği çalışmalarının önemi artmış ve araştırmacıları erken çürük teşhisi konusunda çalışmalar yapma eğilimine itmiştir.

Günümüzde florid içeren preparatların gerek koruyucu tedavi amacıyla hekim tarafından uygulanması, gerekse macun veya sakızların içeriğinde yer alması sonucu başlangıç çürükleri yüksek oranda remineralizasyon sürecine tabi olmaktadır. Bu aşamada sağlıklı ve güvenilir bir teşhis sayesinde hekim koruyucu yada koruyucu restoratif tedavi seçeneklerini göz önünde bulundurma ve gerekli olanını uygulama şansına sahip olacaktır⁵⁶.

Özellikle fissürlerin yüzeyel remineralizasyonu sonucu, erken çürük lezyonunun morfolojisinde değişimler meydana geldiğinde, fissürün altında mevcut bir oklüzal dentin çürüğü çıplak gözle “sağlam” olarak değerlendirilebilir. Bu sebeple, oklüzal çürük teşhisi zor bir durum olarak kabul edilir^{12,33,40}.

Geleneksel olarak oklüzal çürük teşhisi, ayna, sond ve ışık kullanılarak yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, bu gereçlerle yapılan muayenede çürük olup olmadığına karar vermede hekimler arasında farklılık olduğu bildirilmiştir^{27,77,86}. Ayrıca gözle görünür bir kaviteye sahip olmaması durumunda, sondla muayene sırasında sond ucunun fissürlere saplanması sonucunda, mine bütünlüğünün bozulabileceği ve mikroorganizmaların farklı bölgelere taşınabileceği belirtilmiştir^{10,75}.

Oklüzal çürük tanısında kullanılan en geleneksel yöntem ise gözle yapılan muayenedir. Bu yöntemle mine ile örtülü olan dentin çürüklerinin doğru tanısı

konamayabilir. Klinik muayene yöntemleri ile başarı sağlanamayan durumlarda, radyografik tetkiklere başvurulabilir. Fakat başlangıç aşamasındaki oklüzal çürükler söz konusu olduğunda, radyografik yöntemlerin de teşhiste yeterince etkin olmadıkları bildirilmiştir^{58,85}.

Bütün bunların ışığında, çürük lezyonlarının diş dokusunda hasar oluşturmayan ve daha kesin bulgular veren yöntemlerle belirlenmesinin koruyucu dişhekimliği açısından değeri anlaşılmaktadır.

Bu tez çalışmasında; çürük teşhisinde kullanılan temel klinik yöntemlerden olan gözle muayene, geleneksel radyografi ve direkt dijital radyografi yöntemlerinin ve son yıllarda geliştirilen yeni bir lazer floresans cihazının (Diagnodent, KaVo, Almanya) başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisindeki etkinliklerinin altın standart olarak kabul edilen histolojik değerlendirme sonuçları ile karşılaştırılarak araştırılması, aynı zamanda bu yöntemlerin gözlemciler arasındaki uyumunu ve Diagnodent cihazının tekrar edebilme özelliğini değerlendirmek amacıyla aynı gözlemcinin farklı ölçümleri arasındaki uyumunun incelenmesi ve çalışma sonuçlarına göre bu cihazın klinik kullanım pratiğine sokulması amaçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

Dişler, türlerin hayatta kalmasını sağlayan araçlardır; yaşamın devam edebilmesi yiyeceklerden elde edilecek enerjiye bağlıdır. Yiyecekler dişler tarafından kesilir, parçalanır, öğütülür, tükürük ile karıştırılıp yutulur ve oradan da sindirim sistemindeki uzun yolculuklarının ardından vücut için gerekli enerjiye çevrilirler. Bu fonksiyona hizmet için doğa, dişleri sert mine dokusu ile kaplamış ve periodontal ligament ile çene kemiklerine bağlamıştır. Dişler iki farklı embriyolojik kökenden kaynaklı hücreden meydana gelen tek sert organdır. Mine dokusu ektodermal kaynaklıdır ve en sert biyolojik dokudur. Mine, mezenşim kaynaklı diğer bir sert doku olan dentin tarafından desteklenir. Mine dokusu, kendine özgü biyolojik özelliklerinden dolayı çevresel koşullardan yüksek oranda etkilenmektedir⁵³.

DIŞ ÇÜRÜĞÜ

Diş çürüğü; ağız ortamında yer alan dişin hızlı ve geri dönüşümsüz şekilde bakteriler tarafından hasara uğratılması veya oral mikroorganizmaların ürettiği metabolitlerin dişin sert dokularının yıkımına yol açması ile sonuçlanan infeksiyöz bir hastalıktır⁵³.

Çürük ve dişeti hastalıkları, dünyada en yaygın olarak görülen ve toplumun teknolojisi ve ekonomisi ile yakından ilişkili olan, biyo - sosyal hastalıklardır. Değişen beslenme alışkanlıkları, oral hijyene verilen önem ve kullanılan ürünler, gelişen bilim ve teknolojiyle birlikte uzayan insan ömrüne bağlı olarak, dişlerin ağızda kalış sürelerinin artması sonucu meydana gelen çürüklerin oluşum ve lokalizasyonlarında değişimler olsa da günümüzde diş çürüğü dental plağın yapısı, florada bulunan mikroorganizmaların türleri, beslenme alışkanlığı, tükürüğün içeriği, dişlerin yapıları ve oral hijyen arasındaki ilişkiler sonucu oluşan olaylar zinciri olarak tanımlanmaktadır⁵³. Diş

çürüğünün oluşabilmesi için gerekli birincil faktörler; karyojenik bakteri içeren oral flora, bakteriyel sübstrat içeren dental plak ve çürüğe hassas yüzeylerin bir arada bulunmasıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Diş çürüğünün gelişmesinde etkili olan faktörlerin şematik görünümü.

Diş çürüğünün oluşum sürecinde, hedef doku olan dişin belirli bölgelerinde lokalize olan *dental plak*, mine ve dentinin inorganik yapısında hasara ve bunu takiben organik yapının yıkımıyla kavite gelişmesine yol açan organik asitler, şelasyon ajanları ve proteolitik enzimler gibi kimyasal maddeleri üreten temel yapıdır. Dental plak, oral mikroflora için besin ve enerji kaynağı sağlayarak bakterilerin diş yüzeylerinde kolonize olarak çoğalmalarına ve metabolik faaliyetlerini sürdürmelerine yol açmaktadır. Karyojenik bakteriler ve besin kaynağı olan plak varlığının çürük atağı için uygun şartları sağlamasını takiben, atağın etkili olabilmesi için üçüncü faktör olan dirençsiz diş yüzeyine gereksinim bulunmaktadır⁵³.

Dişlerin yüzeyini kaplayan dental plakta, metabolizmaları sonucunda asit üreten bakteriler mevcuttur. Asit üretimleri nedeniyle bu bakterilere “*asidojenik bakteriler*”

denmesinin yanısıra, ürettikleri asit diş sert dokularını tahrip ettiğinden “*karyojenik bakteriler*” de denir³⁵. Bu bakteriler fermente edilebilen karbonhidratları metabolize ederek laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit gibi asitleri açığa çıkartırlar. Laktik asit, hidrojen iyonları oluşturarak plak pH’sını düşürdüğü için çürük metabolizmasında diğer asitlere oranla daha etkilidir. pH’nın düşmesi ile birlikte asitler mineral yapıyı çözerek, mine ve dentin dokusuna penetre olurlar¹³. Karyojenik etki gösteren bakterilerin en önemlileri *Streptococcus*’lar ve *Lactobacillus*’lardır³⁵. Bu iki grup bakterinin de tek tek veya birlikte oral floranın dental çürük oluşumunda en etkili elemanları olduğu kabul edilmektedir. *Streptococcus*’ların birçok alt grubu (türü) vardır. Ancak, insan dişlerinde karyojenik etkisi en fazla olan türü *S.sobrinus* ve özellikle de *S.mutans*’tır. *Lactobacillus*’lar da asidojenik özelliği olan bakterilerdir ve hatta *S.mutans*’tan daha fazla asidürik (asit ortamda yaşayabilme) özelliğe sahiptirler. Özellikle başlangıç mine ve kök yüzeyi çürüklerinde *S.mutans*’lar izole edilirken, çürüğün derin bölgelerinde (dentin çürüğünde) *Lactobacillus*’lara daha fazla rastlanılmıştır^{36,37}.

Çürük oluşumunu etkileyen ikincil nedenler ise tükürüğün yapısı, akış hızı, oral hijyen ve beslenme alışkanlıkları olarak sıralanabilir. İkincil faktörler birincil faktörlerin bir veya birkaçını etkileyerek çürük oluşum sürecinde rol alırlar; bunlar, dişin çürük atağına karşı dirençli hale getirilmesi, oral mikroflora içeriğinin nicelik veya nitelik olarak değiştirilmesi veya dental plağın çürük yapıcı özelliğinin artırılması veya azaltılmasıdır⁵³.

Tükürük, demineralizasyondan korunmada veya çürük oluşum sürecinin geri dönüşümünde önemli bir rol oynamaktadır. Kalsiyumun doygunluğa ulaşmasını sağlayan ekstra kalsiyum, fosfat ve proteinlerin plak sıvısına geçişini ve diş yüzeyinde protein ve lipidlerden oluşan koruyucu bir tabaka oluşmasını sağlar. Bu tabakaya “*pelikül tabakası*” adı verilir, antibakteriyel ve tamponlayıcı etkiye sahiptir. Tükürük içerisindeki bu komponentler, bakteriyel metabolizma sonucu gelişen asidi nötralize eder, pH’yı artırır ve diş yüzeyinden çözülen kalsiyum fosfatın yüzey lezyonuna geri alımını sağlayarak

difüzyon metabolizmasını tersine çevirir. Bu iyonlar demineralizasyon sonucu oluşan kristal artıklarından yeni mineral yapıların oluşmasını sağlar. *Remineralize kristal* denen bu kristaller daha az çözünür yüzey yapısına sahiptirler. Ortamda yeterli miktarda florid bulunması, remineralizasyon sürecini geliştirerek, yüzeyin yeni bir kristal yapısı olan florapatit ile kaplanmasına neden olur. Bu da, mineral yapının çözünürlüğünü azaltır¹⁶.

Çürük oluşum sürecinin engellenmesinde florid'in etki mekanizmasının gerçekleşebilmesi için, öncelikle bu iyonun ağız sıvıları, diş yüzeyindeki plak yapısı, mine ve dentin yüzeyindeki kristal yapının sıvı içeriğinde mevcut olması gereklidir. Diş mineral yapısına tutunması amaçlanan florid, yiyecekler, içme suları ve dental materyaller aracılığı ile temin edilebilir. Alınan floridin etki mekanizması üç ana prensipte gelişir.

1. Flor, hidrojenflorid (HF) molekül yapısı ile bakterinin içine girerek bakteriyel metabolizmayı inhibe eder.
2. Ortamın asiditesi arttığında, kristal yüzeyinde mevcut olan florid, demineralizasyonu engeller.
3. Diş yüzeyinde florapatit benzeri daha az çözünür bir tabaka oluşturarak remineralizasyonu destekler¹⁶.

Diş Çürüğünün Sınıflandırılması

Diş çürüğü, diş yüzeyinde olduğu bölge ve doku, oluşum hızı ve olduğu döneme göre değişik şekillerde sınıflandırılmıştır⁶⁹.

Çürüğün diş üzerinde bulunduğu bölgeye göre sınıflandırılması

1. Oklüzal çürük (Fissür çürüğü)
2. Aproksimal çürük
3. Kole çürüğü
4. Tüberkül çürüğü
5. Bifürkasyon çürüğü

Oluştığı dokuya göre çürüğün sınıflandırılması

1. Mine çürüğü
2. Dentin çürüğü
3. Sement çürüğü

Çürüme hızına göre çürüğün sınıflandırılması

1. Hızlı gelişen çürük
2. Yavaş gelişen çürük
3. Durgun çürük

Oluştığı döneme göre çürüğün sınıflandırılması

1. Primer çürük
2. Sekonder (rekürrent) çürük
3. Rezidüel çürük

Klinik olarak birçok çeşitleri ve şekilleri varmış gibi görünse de çürük, diş sert dokularının dental plakta oluşan asit ortamın etkisi ile çözülmesi sonucu gelişen bir hastalıktır.

Mine Çürüğü

Minede izlenen başlangıç çürükleri genellikle opak - beyaz renkte lezyonlardır. Lezyon alanı kendini çevreleyen mineden daha yumuşaktır ve hava ile kurulduğunda opaklığı artar. Beyaz lezyonlu minenin kesit görüntüsünde, nispeten sağlam bir mine yüzeyi ve bu tabakanın altında bir miktar hasar görmüş yüzey altı tabakasından oluştuğu gözlenir⁴.

Hollander ve Saper adlı araştırmacılar 1935 yılında başlangıç mine lezyonlarını inceledikleri çalışmalarında, bu lezyonların fotoğrafik bir artefak olduğunu düşünmüşlerdir. Günümüzde, mikroradyografi, polarize ışık mikroskobu, mikrosertlik çalışmaları, elektron mikroskobu gibi farklı çalışma teknikleri ile bu konu üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda aşağıda sıralanan sonuçlara varılmıştır⁴.

1. Mine lezyonunun yüzey tabakası porlu bir yapıya sahip olmasına rağmen, mineral içeriği fazladır.
2. Yüzey altı tabakasının (lezyonun gövdesi) mineral içeriği daha azdır (% 10 - 70 oranında).
3. Başlangıç lezyonunun yüzey morfolojisi sağlam mineye kıyasla çok hafif de olsa farklıdır.

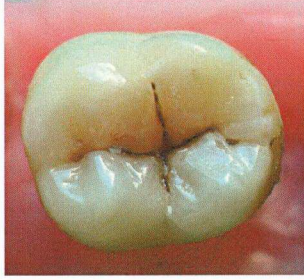
Bu sonuçlar özetlenecek olursa, teşhis edilmiş bir mine çürüğü, mineralce zengin ve porlu bir yüzey ve bu yüzeyin altında mineralce daha zayıf bir tabaka olmak üzere iki kısımdan meydana gelmiştir⁴.

Yüzey tabakasının oluşmasında, florid'in inhibitör etkisinin olduğu savunulmaktadır. Florid demineralizasyon oranını azaltırken, kristal yapının çoğalmasını sağlamaktadır. Aynı mekanizma diğer bir inhibitör olan protein için de geçerlidir. Yüzey tabakasının oluşmasında bu mekanizmaların tek tek veya birarada etkin rol alabileceği de göz ardı edilmemelidir ⁴.

Yüzey tabakası her zaman görülmeyebilir. Plak altında meydana gelen aktif başlangıç çürüklerinde, belli bir mesafeye kadar mineral kaybı izlenir. Bu tip lezyonlarda yüzey tabakası ya hiç yoktur veya açıkça izlenemez. Klinik olarak bu iki tip lezyonun ayırt edilmesi güçtür, her ikisi de beyaz, opak ve çevre sağlam mineden çok belirgin olmayan şekilde yumuşaktır ⁴.

Oklüzal Çürük

Oklüzal çürüklerin, yüzey morfolojilerine bağlı olarak tüm fissürlerde değil, lokalize olarak ilerlediği, genel klinik gözlemler sonucunda bilinmektedir ⁵. Daimi bir büyük azı dişin oklüzal yüzeyinin görüntülerine bakacak olursak, vadilerle bölünmüş yüksek dağlar, derin kanyonlar ve açık nehir yataklarından oluşan engebeli bir arazi izlenimi verecektir (Resim 1).



Resim 1. Daimi bir büyük azı dişin oklüzal morfolojisinin görüntüsü.

Dental arka yer alan her diş kendine özgü bir oklüzal yüzey anatomisine sahiptir ve çürük taraması yapısal özellikler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Örneğin üst büyük azı dişlerin santral ve distal fossaları plak birikimine daha fazla müsaittirler ve dolayısıyla çürük sıklıkla bu bölgelerde oluşur. Oklüzal çürükler, genelde fonksiyonel aşınmaya maruz kalmayan, bakteri birikimine yatkın bölgelerde meydana gelir⁵.

Oklüzal yüzeylerde plak birikimi ve çürük oluşumuna neden olan iki önemli faktör bulunmaktadır. Bunlar, dişin sürme süreci ve fonksiyonel kullanım ve dişe özgü anatomik yapıdır.

Dişin sürme süreci ve fonksiyonel kullanım

Sürme süreci 12 - 18 ay olan büyük azı dişlerinde oklüzal çürüğün görünme oranı, 1 - 2 aylık sürme süreci olan küçük azı dişlerinde oklüzal çürük görünme oranından daha fazladır. Mansson⁴⁶ iki buçuk yıllık bir dönemde, 1. büyük azı dişlerini

sürmeye başlamalarını takiben her üç ayda bir incelemiş ve oklüzal çürük gelişiminin sürmeyi takiben ortalama 11. ayda başladığını ve sürme sürecinin 15. ayından sonra oklüzal çürük gelişiminin olmadığını rapor etmiştir.

Oklüzal çürük gelişimini önlemek için yapılacak çalışmalar, yüksek risk dönemi olan sürme döneminde daha detaylı ve sık aralıklarla yapılmalıdır. Eğer diş dental artaki pozisyonunu oklüzal çürük başlamadan almışsa, kontroller daha az sıklıkla ve daha az detayla yapılabilir⁵.

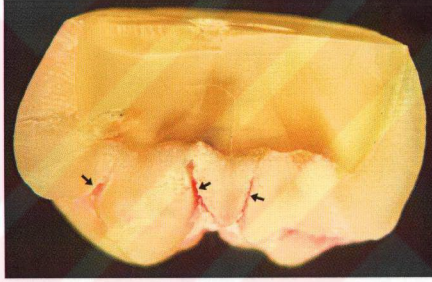
Dişe özgü anatomi

Büyük ağız dişlerin fissürleri çoğunlukla, geniş bir girişle başlayıp yaklaşık 1.0 mm derinliğinde ve 0.1 mm genişliğinde dar bir yarıyla devam etmektedir. Çürük lezyonu genelde fissürün giriş bölümünün herhangi bir yüzeyinde başlar ve klinik olarak kavitsyonsuz, opak mine lezyonu olarak gözlenir. Sivri bir sond ile yapılacak hafif bir sondlama, böyle bir lezyonun yüzey tabakasına zarar verecek ve lezyonun gövdesine doğru kavitasyon gelişmesine neden olacaktır. Temel prensip, keskin gözler ile sond kullanmadan veya çok gerekiyorsa küt uçlu bir sond kullanarak lezyonu teşhis edip, lezyonun ilerlemesini plak kontrolü ve floridlerle durdurmak olmalıdır⁵.

Oklüzal çürük konusundaki gerek klinik gerek bilimsel yaklaşım, derin ve ulaşılması zor fissürlerdeki muhtemel olaylar üzerinde olmuştur. Çürük her zaman yüzeyde bulunan bakterilerin metabolik aktivitesi sonucu yüzeyel minede başlar. Bakteriyel plağın karyojenik etki gösterebilmesi için hareketsiz kalabileceği bir alana gereksinimi vardır. Bu alan dar fissür ve olukların giriş bölümüdür. Çürüğün ultrastrüktürel yapısı üzerine yapılmış çalışmalarda, çürük oluşumuna neden olan canlı bakterilerin daha çok oklüzal fissürlerin giriş kısmında bulunduğunu, fissürlerin derin bölgelerinde ise canlı olmayan bakteriler ve kalkulus formasyonunun görüldüğü bildirilmiştir⁵.

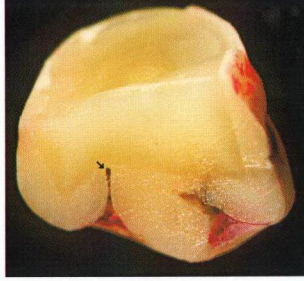
Oklüzal yüzeyde çürük meydana gelmesinde, fissürlerin anatomik şekli oldukça önemlidir. Fissürler değişik şekillerde (derin, sığ, geniş açılı, dar açılı, şişe şeklinde) görülebilirler⁵.

Büyük ağı dişlerinin büyük çoğunluğunda (%90) fissürler geniş bir girişi takiben dar bir yarık (yaklaşık 1 mm derinliğinde) ile devam eder. Bu fissür yapısı normal fissür yapısı olarak tanımlanır. Bu tip fissürlerde çürük genelde giriş kısmında başlar ve klinik olarak gözlenebilir⁵ (Resim 2).



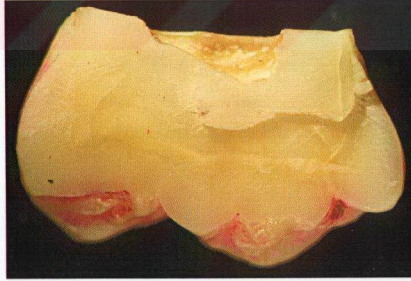
Resim 2. Steromikroskopta geniş bir girişi takiben dar bir yarık şeklinde izlenen fissür görüntüsüne bir örnek.

Yaklaşık % 10 oranında görülen, dar boyunlu küçük şişe formundaki atipik fissürlerde, lezyon fissür girişinde başlayabileceği gibi fissür tabanında da meydana gelebilir. Bu tip fissürler çürük oluşumu için yüksek risk oluşturlar⁵ (Resim 3).



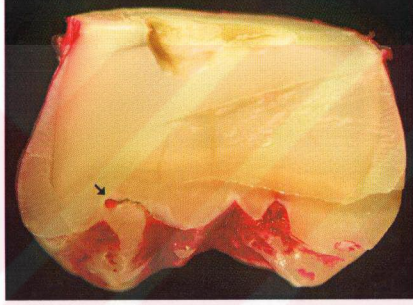
Resim 3. Steromikroskopta dar boyunlu küçük şişe formunda fissür görüntüsüne bir örnek.

Geniş ve sığ fissürlerden oluşan oklüzal yüzey şekline sahip dişlerde çürüğe daha az oranda rastlanır. Bu şekle sahip fissürler genellikle durgun karyojenik plakla örtülüdür, çürük lezyonu tüm fissür yapısında başlar ve minede kavitasyon oluşturmadan ilerleyebilir⁵ (Resim 4).



Resim 4. Steromikroskopta geniş ve sığ fissür görüntüsüne bir örnek.

Şişe tipi fissür olarak isimlendirilen fissür yapısına sahip oklüzal yüzeylerde çürük oluşum riski oldukça yüksektir. Bu tip fissürlerin hem giriş kısmı hem de tabanı durgun karyojenik plakla doludur ve mine lezyonu fissürlerin giriş kısmını oluşturan duvar kenarlarında ve taban kısmında lokalize olarak başlayabilir ve kavitasyon oluşturmada devam edebilir⁵ (Resim 5).



Resim 5. Steromikroskopta şişe tipi fissür görüntüsüne bir örnek.

Horizontal tüneller şeklinde düzensiz yapıya sahip fissürlerden oluşan oklüzal yüzeyler çürük oluşumu için yüksek risk grubu olarak kabul edilirler⁵ (Resim 6).



Resim 6. Horizontal tünellerin mevcut olduğu fissür görüntüsüne bir örnek.

Oklüzal çürük, bakteriyel plağın oluk – fossa sisteminin en derin bölgesine yerleşmesi sonucu, bu bölgede lokal olarak yıkım olayının başlamasıyla meydana gelen bir patolojidir. Fiziksel aşınmadan uzak olan bu bölgede mikrokavitasyonun gelişmesi, bakterilerin tutunması ve kolonizasyon için uygun ortamı sağlayacaktır ve bu da demineralizasyon ve dolayısıyla yıkım sürecini hızlandıracak ve bakteriyel çoğalmaya neden olacak lokal şartları sağlayacaktır⁵.

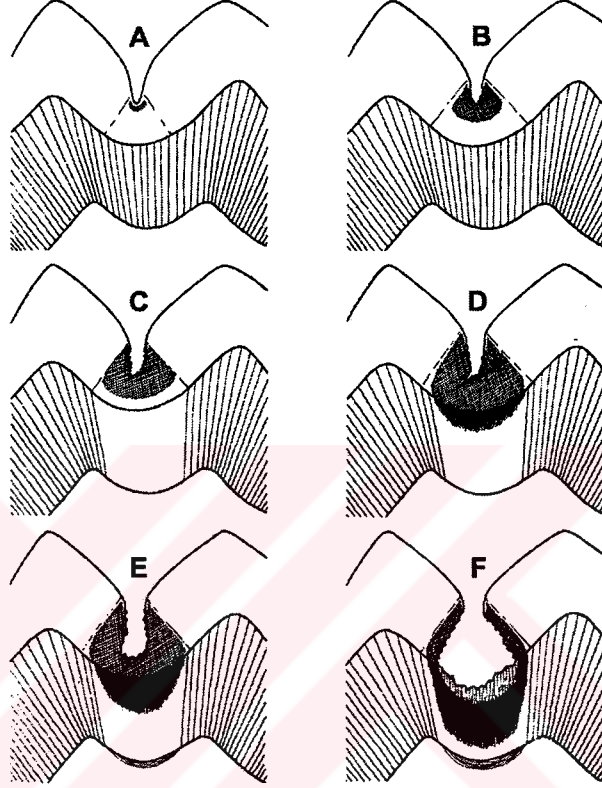
Ağız sağlığı çalışmalarının yaygın olmadığı toplumlarda, oklüzal yüzeyin anatomik yapısına özgü olarak, oklüzal çürük gelişimi hızlı olacaktır. Oklüzal çürük genelde iki ya da daha fazla interlobal oluğun kesistiği bir çukur alanda başlar. Başlangıç lezyonu pek çok yüzeyi içerir, bu nedenle süreç üç boyutludur. Mine demineralizasyonu, her zaman mine çubuklarını takip ettiği için, bir fossada başlayan mine lezyonu, tabanı mine - dentin sınırında yer alan bir koni şeklindedir. Altındaki dentin dokusunun cevabı da mine çubuklarının yönü doğrultusundadır. Böyle bir lezyondan alınacak kesitte, iki ayrı

lezyonun iki boyutlu görüntüsü izlenimi alınabilir, ancak lezyon gerçekte üç boyutludur ve büyük olasılıkla koni şeklindedir^{5,60}.

Minedeki yıkım olayı ilerlediğinde, sınırları mine çubuklarının dizilişine göre oluşan bir kavite meydana gelir. Bu kavitenin şekli giriş kısmı tabanından daha geniş olması nedeniyle, tepesi kesilmiş bir koni görünümündedir. Oklüzal minedeki madde kaybı genelde fissürlerin tümünde değil, tek bir noktadan başlayan demineralizasyonun ilerlemesi şeklinde devam eder⁵.



Oklüzal çürüğün gelişim aşamaları Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. A – Kavite oluşmamış başlangıç mine lezyonu, B – Kavite oluşmuş mine lezyonu, C – Mine-dentin sınırına ilerlemiş ve kavite oluşmuş mine lezyonu, D – Minde kaviteyi oluşturan, dentinde kaviteyi oluşturmayan dentin lezyonu, E – Minde kaviteyi oluşturan, dentinde kaviteyi oluşturmayan ve bir miktar pulpa reaksiyonuna neden olan dentin lezyonu, F – Minde ve dentinde kaviteyi oluşturmuş ve pulpayı daha fazla etkilemiş dentin lezyonu.

Oklüzal yüzeyde çürük oluşumunun aşamalarının bilinmesi hekimin lezyona bakış açısını ve uygulayacağı tedavi yöntemlerini etkiler.

ÇÜRÜK TEŞHİS YÖNTEMLERİ

Pitts'e⁵⁸ göre, çürük teşhisinde kullanılacak aletler ve metodlar idealde diş dokusuna zarar vermemeli, kolay, güvenilir ve hassas sonuçlar vermeli, özel durumlarda uygulanabilmeli, lezyonun derinliği ve aktivitesini doğru olarak ölçebilmelidir. Maliyeti hasta ve hekim tarafından kabul edilebilir miktarlarda olmalı, gerek klinikte gerekse araştırmalarda kullanıldığında koruyucu tedavi kararlarının alınmasına yardımcı olarak ağız sağlığının uzun süreli korunmasına hizmet edebilmelidir. Ancak tüm bu gereksinimleri karşılayacak bir uygulama metodu henüz yoktur.

Son yıllara kadar çürüğün klinik teşhisinde, dental ayna ve ışık ile yapılan gözle muayene, sond ve yardımcı olarak bite-wing radyografi kullanılmaktaydı. Bu aletler ve yöntemler özellikle epidemiyolojik çalışmalarda çok sayıda hastanın muayene edilmesi için fayda sağlamıştır. Ancak son on yıl içinde teknolojik gelişmeyle birlikte teşhis aletlerin sayısında oldukça artma olmuştur.

Çürük teşhisinde kullanılan yöntemleri şu şekilde sıralayabiliriz.

1. Gözle muayene
2. Sond kullanılarak yapılan gözle muayene
3. Radyografik yöntemler
4. Fiber optik transilluminasyon (FOTI)
5. Elektriksel direnç ölçümü metodu
6. Endoskopi
7. Kantitatif lazer floresans metodu (QLF)

Bu metodların bazısı epidemiyolojik çalışmalarda kullanılmak için uygun, kullanımı kolay ve çabuk sonuç veren, pahalı olmayan metodlar olmasına rağmen bazıları

pahalı, zaman alıcı, detaylı alet donanımı gerektiren fakat kantitatif ve objektif sonuçlar veren metodlardır.

Gözle Muayene

En yaygın olarak kullanılan teşhis yöntemidir. Bu metotta dental ayna, ışık ve tüm diş yüzeyini detaylı inceleyebilmek amacıyla sond kullanılır. Sensitivitesi (seçicilik) düşük olmasına rağmen, spesifitesi (duyarlılık) yüksektir. Bu metod ile,

1. Dişlerin bukkal ve lingual yüzeyleri, ön dişlerin ara yüzeyleri ve bazı fissür girişlerindeki kavitasyonsuz mine çürüklerinin,
2. Klinik olarak saptanabilen minede sınırlı olan kavitelerin,
3. Arka grup dişlerin bukkal ve lingual yüzeyleri, ön dişlerin ara yüzeylerinde oluşan ve dentinde de kavitasyon oluşturmuş lezyonların,
4. Kavitasyon oluşturmuş sekonder çürüklerin,
5. Kavitasyonlu ve kavitasyonsuz aktive veya aktif olmayan kök çürüklerinin teşhisi yapılabilir.

Metodun en önemli eksikliği özellikle arka grup dişlerin oklüzal ve ara yüzeyinde oluşan kavitasyonsuz dentine kadar ilerlemiş lezyonların teşhisinde yetersiz kalmasıdır^{40,41}.

Sond Kullanılarak Yapılan Gözle Muayene

Son on yıldır çürük teşhisinde sond kullanımı tartışmalı bir durum olarak değerlendirilmektedir. Geçmiş yıllarda sondlama, çürük tespitinde geçerli bir yöntem olarak kabul edilirdi, eğer sond ucu pit, fissür veya kavitasyon bölgesine takılıyorsa, bu durum restorasyon endikasyonu olarak kabul edilirdi⁵⁸. Modern dişhekimliğinde artık

böyle bir yöntem yer yoktur. Kavitasjonsuz lezyon, remineralizasyon veya fissür örtücüler, mikrorestorasyonlar gibi diş dokusunu koruyucu tekniklerle tedavi edilmelidir⁵⁶. Ayrıca, sondlamanın çürük teşhisinin kesinliğini arttırmadığı da belirtilmektedir⁴⁰.

Hafif basınçla yapılan sondlama, beyaz, opak lezyonlarda kavitasyon meydana getirebilir. Dar fissür ve pitlerde oluşan kavitasjonsuz lezyonlar oldukça kırılğan mine dokusu ile örtülüdürler⁵.

Pit ve fissürler kesinlikle sondlanmamalıdır, renklenmiş veya kavitasjonsuz pit ve fissürlerde sond kullanımı etik değildir. Gerekli durumlarda, diş yüzeyinden plak ve debris uzaklaştırmak ve lezyonun yüzey yapısını kontrol etmek amacıyla künt uçlu periodontal sond kullanılabilir^{5,75}.

Geleneksel Radyografi

Günümüzde kullanılan modern görüntüleme yöntemlerinin temellerini oluşturan x - ışınları, 1895 yılında Wilhelm Conrad Röntgen tarafından keşfedilmiş ve özellikleri bilinmediğinden "x - ışınları" olarak adlandırılmıştır^{24,34}. X - ışını, maddelere nüfuz edebilecek ve fotoğrafik filmde görüntüler oluşturabilecek, elektromanyetik tipte bir enerji demektir. Obje ya da cisimlerden geçen x - ışını demetinin film üzerinde oluşturduğu fotoğrafik görüntü ise *radyografi* olarak adlandırılmaktadır²⁴.

İlk dental radyografi, Alman bir dişhekimisi olan Friedrich Otto Walkhoff tarafından elde edilmiştir. Walkhoff, sıradan fotoğrafik cam bir tabakayı lastik ile kaplayarak dili ile dişleri arasına yerleştirilmiş ve 25 dakika ışınlamıştır. Elde ettiği görüntüde üst ve alt dişlerin kronları mevcuttur ve bu ilk bite-wing radyografidir^{24,34}.

X - ışınının keşfinden kısa bir süre sonra, Charles Edmund Kells, 1896 yılında, ince alüminyum tabaka ve gutta-perkadan yaptığı bir film tutucu ile canlı bir bireyden diş köklerinin bulunduğu ilk dental radyografiyi elde etmiştir. Kells, distorsiyonu önlemek için filmin yada cam tabakanın objeye olabildiğince yakın ve aynı zamanda paralel olması gerektiğini ifade etmiştir. Ancak, o yıllarda x - ışınlarının özellikleri tam olarak bilinmediğinden çalışmaları ile radyoloji bilimine ışık tutan pek çok bilim adamı radyasyonun zararlı etkilerinden kendilerini koruyamamıştır. Aşırı dozda radyasyona maruz kalan Kells'in ellerinde ülserler belirmiş, çeşitli tedavi girişimlerine karşın önce parmakları, sonra eli ve daha sonra da kolu amputé edilmiş ve epidermoid karsinoma nedeni ile yaşamı son bulmuştur²⁴.

Geleneksel ağız içi radyografik filmler jelatin bir matris içerisinde gümüş halojen taneciklerinden oluşur. Bu film x - ışınına maruz kaldığında gümüş halojen kristaller uyarılırlar ve banyo işlemi esnasında siyah renge dönüşürler. Film hem radyasyon dedektörü hem de görüntü gösterici olarak işlev görür⁷.

Radyasyonun zararlı etkilerini 1901 yılında ilk olarak ifade eden bilim adamı William Herbert Rollins'tir. Rollins, hasta ve hekimin korunması için çeşitli cihazlar geliştirmiş ve düşük enerjili x - ışınlarının filtre edilmesi gerektiğini ifade etmiştir²⁴.

Radyolojinin avantajları yanında iyonize radyasyon riskleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sebeple diagnostik kaliteye sahip olan bir dental radyografi, minimum radyasyon dozu ile elde edilmelidir, teşhis kalitesi yüksek olmalıdır ve patolojiye uygun doğru endikasyonun verilmesine yardımcı olmalıdır⁶⁷.

Dişhekimliğinde Kullanılan Temel Radyografik Yöntemler

Dişhekimliğinde yararlanılan radyografik yöntemler, intraoral ve ekstraoral yöntemler olarak ikiye ayrılır. Intraoral yöntemler, periapikal, bitewing ve oklüzal radyografilerdir³⁴.

Periapikal radyografiler iki farklı yöntemle elde edilmektedirler. Bunlar; açıortay tekniği ve paralel tekniktir^{23,34}.

Bite-wing radyografi; özel ısırma kısmı bulunan periapikal filmlerle çekilmektedir. Temel prensip, merkezi x - ışını fotonu dişlerin arayüz bölgelerinden geçecek şekilde tüpün konumlandırılmasıdır. Böylece arayüzeylerin birbiri üstüne superpoze olması engellenebilir. Ayrıca, kon oklüzal düzleme paralelliği sağlayacak şekilde +10 derece açılarak, tüberküllerin oklüzal yüzeye superpoze olması engellenir, bu da erken oklüzal çürüklerin teşhisine yardımcı olacaktır²³. Geleneksel bitewing radyografinin, dentine ilerlemiş kavitasyonsuz lezyonların doğru teşhis oranını belirgin şekilde artırması ile beraber yanlış pozitif teşhis riskinin de mevcut olduğu bildirilmiştir⁵⁷.

Direkt Dijital Radyografi

Teşhise yönelik bir görüntü elde edebilmek için kullanılan geleneksel radyografik yöntemlerin uygulanması sırasında x - ışınlarının yanısıra röntgen filmi ve banyo solüsyonlarına ihtiyaç vardır. Sağlığa, hijyene ve görüntü kalitesine yönelik dezavantajları olan ve film kullanılan bu teknoloji, gelişen çağın gereklerine uygun olarak, yerini elektronik ve fosfor depolayan reseptörlerin kullanıldığı donanımlara bırakmaktadır. Son yıllarda bu alanda yapılan en büyük gelişmelerden birisi direkt dijital radyografi tekniğinin dişhekimliği alanında kullanılmaya başlanmasıdır²⁸.

Dijital görüntüleme sistemi ilk olarak Dr. Francis Mouyen (Trophy Radiologie, Vincennes, Fransa) tarafından tanımlanmıştır. 1989 yılında radyovizyografi intraoral radyografik bir sistem olarak FDA tarafından kabul edilmiştir⁵¹.

Direkt Dijital Radyografik Sistemlerin Bölümleri

Direkt dijital radyografi sistemleri esas olarak 4 ana bölümden oluşur^{28,51}.

1. Klasik röntgen cihazı (x - ışını seti): Direkt dijital radyografi yöntemlerinin tümünde ışın kaynağı olarak klasik röntgen cihazı (50-90 kVp, 6-8mA) kullanılır. Direkt dijital radyografi'de kullanılan alıcılar (sensor) x - ışınına karşı daha hassas oldukları için, kullanılan röntgen cihazı içerisinde kısa ışınlama süresi için ayarlanabilen, mükemmel bir kontrol sistemine sahip özel bir elektronik zaman ayarlayıcısı (CCX timer) bulunur. Bu cihazla geleneksel radyografiler de çekilebilir^{28,51,80}.

2. Ağız içi alıcısı (intraoral sensor): Alıcı, geleneksel radyografi tekniklerindeki film yerine kullanılan, sert plastik kılıfla kaplı bir parçadır. Alıcı, değişik sistemlerde farklı boyutlardadır. Günümüzde dental marketlerde en çok bilinen 4 farklı dijital görüntüleme sistemi bulunmaktadır. Bunlar *Radyovizyografi* (RVG; Trophy Radiologie, Paris, Fransa), *Visualix* (VIXA; Gendex Dental Sistem, Monza, İtalya), *Sens-A-Ray* (Flash DENT; Regam Medikal Sistem AB, Sundsvall, İsveç) ve *Villa Medikal Sistem* (Buccinaso, İtalya)'dir.

Alıcı boyutları RVG'de 40.6 × 22.8 × 14 mm, *Visualix*'de 41 × 25 × 5.5 mm, *Sens-A-Ray*' da 40 × 27 × 7 mm' dir. Alıcının boyutları, bir periapikal film büyüklüğü kadar veya daha küçük olabilir. Kullanılmakta olan 3 standart boy alıcı vardır. Boyut 2 alıcılar periapikal veya bite-wing radyografi için, Boyut 1 alıcılar ön dişlerin periapikal ve pediatrik bite-wing radyografileri için, Boyut 0 alıcılar ise pediatrik periapikal görüntüler

için kullanılırlar. Fakat alıcıdaki x - ışınına hassasiyeti olan kısım (intensifying screen) bu boyutlardan daha küçüktür (RVG'de 25×16 , Visualix'de 18.1×24.2 , Sens-A-Ray'da 17.3×25.9). Bu nedenle izlenebilen bölge geleneksel periapikal filminden daha küçüktür ve seri film çekimlerinde daha fazla görüntü alınmasını gerektireceği için dijital radyografinin en önemli avantajlarından biri olan radyasyon dozundaki azalma, bir miktar ortadan kalkabilir^{28,78}.

Alıcı ışınlandığında, ilk olarak floresan ekranı ışına maruz kalır ve birincil görüntü reseptörü olarak rol oynar. Bunun altında üzeri x - ışınına hassas fosforla kaplanmış metal oksit (silikon) kısım, bu kısmın arkasında da fiber optik lifler bulunur. X - ışınları fiber optik liflere çarptığı anda içinden geçtiği dokunun özelliklerine bağlı olarak floresan meydana gelir. Meydana gelen ışık RVG'de fiber optik lifler, Flashdent'e ise yedi adet küçük lensden oluşan geleneksel optiklerle taşınarak şarj bağlama cihazına (charged-coupled device - CCD) ulaşır ve burada ışık, elektrik sinyallerine çevrildikten sonra elastik bir kablo yardımıyla görüntü üretme ünitesine (display processing unit - DPU) gönderilir. Sens-A-Ray ve Visualix'de ise radyasyonla sertleştirilen CCD kullanılır ve x - ışınları doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülür. Her iki sistemde de karşılaşılan en büyük sorun, CCD'nin sürekli x - ışınlarına maruz kalması nedeniyle değişikliğe uğramasıdır ve Mouyen ve arkadaşları⁵¹ bunu önlemek için, floresan ekranla CCD'nin arasına kurşunlu camla kaplanmış fiber optik bir blok yerleştirmiştir. Bu şekilde CCD, x - ışınlarından korunmuş olmaktadır. Radyasyonla sertleştirilen CCD'nin ömrü daha kısadır ve bozulmaya daha yatkındır.

Alıcı ya doğrudan hasta tarafından tutulur yada bir alıcı tutucu aracılığıyla ağız içine yerleştirilir. Alıcı yalnızca kimyasal yöntemlerle steril edilebilir. Ancak yine de sterilizasyonun bozulmaması için tek kullanımlık plastik kılıflarla veya poşetlerle kullanılması önerilir^{51,78}.

3. Görüntü üretme ünitesi (display processing unit - DPU): Bu bölümde CCD'den alınan elektrik sinyallerini işleyen, dijitalize eden ve depolayan elektronik sistem ve görüntünün izlendiği bilgisayar ekranı vardır. Işınlama yapıldığında ekranda alıcıda oluşan birincil ışının 4 katı büyüklüğünde bir görüntü oluşur. İkinci bir ışınlama yapıldığı zaman ise birinci görüntü kaybolmadan ekranın sağ tarafında ikinci bir görüntü oluşur. Böylece elde edilen görüntüler korunarak çok sayıda görüntü alınabilir⁵¹.

DPU, alınan görüntüler üzerinde parlaklık ve kontrast ayarlamaları yapılmasını sağlar. Elde edilen görüntüde siyah kısımlar beyaz, beyaz kısımlar siyah renge dönüştürülebilir (reverse function). Ayrıca sistemin genliği azaltılıp, kontrastı artırılarak görüntünün kalitesi değiştirilebilir (enchanced function). Kullanıcı istediğinde orijinal görüntü tekrar ekrana getirilebilir. Zoom modu sayesinde görüntü büyütülebilir. Orijinal sistemde zoom modu için ayrı bir ışınlama gerekirken, yeni sistemde ek bir ışınlamaya gerek kalmadan, görüntünün dokuz ayrı bölgesinden istenilen seçilip büyütülebilir. Yine bu sistemde 20'nin üzerinde görüntü aynı anda ekranda izlenebilir. Ayrıca direkt dijital radyografi'nin rotasyon renklendirme, keskinleştirme, yumuşatma, ölçüm yapma fonksiyonları da vardır^{28,50, 51}.

4. Yazıcı (printer): Bilgisayar ekranındaki görüntülerin kalıcı kayıtları bir printer ile elde edilebilir. DPU'ya bir printer bağlanarak monitördeki radyografinin tarih ve zaman kaydı üzerinde bulunan bir kopyası alınabilir. Alınan ilk görüntü kaydedilip istenildiğinde tekrar ekrana getirilebilir. Yeni sistemler 30.000'nin üzerinde görüntü saklama kapasitesine sahiptir. Tedavisi yarım kalan hastalarda, hastanın gittiği yerdeki hekimini yapılan işlemler açısından bilgilendirmek ve hastanın tekrar radyasyon almasını önlemek için alınan görüntüler bir diske kaydedilerek hastaya verilebilir^{28,51}.

Direkt Dijital Radyografi'nin Avantajları

1. Direkt dijital radyografi alıcısı, x - ışınına geleneksel radyograflardan daha hassas olduğu için verilen doz miktarı direkt dijital radyografi'de D - tipi filmlerin % 23'ü, E - tipi filmlerin % 41'i kadarken, Visualix'de D - tipi filmlerden yaklaşık 6 kat, E - tipi filmlerden 3 kat daha azdır. Dental radyografide klinik diagnostik kalitede görüntüler elde etmek için en az radyasyon dozu kullanılmalıdır. Dolayısıyla, x - ışını dozunda % 70 - 85'e varan azalma direkt dijital radyografi sisteminin en önemli tercih sebeplerindendir^{28,51}.

2. Direkt dijital radyografi alıcısı sert olduğundan geleneksel radyograflarda oluşan görüntü bozulması direkt dijital radyografi'de görülmez. Ancak açılardırma sonucu oluşan görüntü bozulması geleneksel radyograflarda olduğu gibi direkt dijital radyografi'de de görülebilir^{28,51}.

3. Direkt dijital radyografi ile alınan görüntülerin kontrastını, parlaklığını değiştirmek, alınan görüntüler üzerinde ölçüm yapmak, görüntüyü renklendirmek, negatifini almak (reverse görüntü), aşağı – yukarı ve sağa – sola oynatmak mümkündür. Ayrıca zoom modu sayesinde görüntünün istenilen bölgesi büyütülebilir^{28,50,51}.

4. Banyo işlemleri ortadan kalktığı ve çekim sırasında oluşabilecek hatalar anında düzeltilebildiği için hasta ve hekimin daha az zamanını alır. Böylece tedaviye ara verilmeden istenen görüntü anında ekranda izlenebilir^{28,51}.

5. Banyo işlemine gerek olmadığından hekim için zararlı olabilecek çeşitli banyo solüsyonlarına, negatoskopa ve özellikle muayenehanelerde temini zor olan karanlık odaya duyulan ihtiyacı ortadan kaldırır^{28,51}.

6. Banyo solüsyonlarının konsantrasyonunun bozulmasına bağlı olarak meydana gelen değişiklikler direkt dijital radyografi'de görülmez. Böylece görüntü kalitesi sabit kalır^{28,51}.

7. Banyo işleminin ortadan kalkması sonucunda herhangi bir kimyasal atık oluşmaz. Çapraz kontaminasyon riski de önemli ölçüde ortadan kalkar²⁸.

8. Standardizasyon sağlanarak elde edilen görüntülerde, hastanın tedavi öncesi ve sonrası durumu aynı anda ekranda izlenebilir. Görüntülerin bilgisayara kaydedilip, hasta adında saklanabilmesi, hastanın aynı bölgeden film aldırmasını ortadan kaldırarak yeniden radyasyona maruz kalmasını engeller²⁶.

Direkt Dijital Radyografi'nin Dezavantajları

1. Ekonomik değildir.

2. Direkt dijital radyografi'nin çözünürlüğü (rezolüsyon), geleneksel radyografilerden daha düşüktür. *Çözünürlük*, birbirine çok yakın olan cisimlerin ayırt edilmesidir ve mm deki çizgi çifti (lp) olarak ifade edilir. Geleneksel radyografilerin çözünürlüğü, yaklaşık 12 - 16 lp/mm iken, CCD alıcısının çözünürlüğü 5 - 10 lp/mm arasındadır. İnsan gözü 4 - 6 lp/mm arasında çözünürlüğe sahiptir. Fakat bu çözünürlük dental işlemler için yeterli sayılabilir^{3,27,51}.

3. Damak derinliği az veya alveol kavsi dar olanlarda, rubber-dam kullanılan hastalarda alıcının yerleştirilmesi zor olabilir^{28,51}.

4. Alıcının duyarlı alanı küçük olduğundan geniş bölgelerden çok sayıda görüntü alınması gerekebilir. Bu nedenle tüm ağız periapikal film çekimlerinde daha fazla ışınlama gerektirir²⁸.

Fiber Optik Transilluminasyon (FOTI)

FOTI'nin çalışma mekanizması, çürük kısımların ışığı daha çok saçması, yani sağlam diş yapısından daha düşük bir ışık geçirme katsayısına sahip olmasına dayanır. Cihazın tasarımı Friedman ve Marcus²¹ tarafından 1970 yılında yapılmıştır. Işığın geçirgenliğindeki azalma gözlemci tarafından değerlendirilir. İlluminasyon, ışık kaynağından diş yüzeyine fiberoptikler aracılığı ile taşınır. Arayüz çürüğü teşhisinde başarılı bir yöntem olarak kabul edilmektedir, bu başarı minede sınırlı kalan çürüklerde düşmektedir. FOTI, özellikle epidemiyolojik çalışmalarda faydalı sonuçlar vermektedir. Işık geçirgenliğinin objektif olarak değerlendirilmesi için fotosel kullanılması öngörülmüştür. Klinik kullanım için amaca yönelik özel dedektörlerin imal edilmesi gereklidir³.

Dijital görüntülü FOTI ise FOTI ve dijital CCD kameranın birleştirilmesi ile meydana gelmiş daha yeni bir tekniktir. Kamera ile saptanan görüntüler detaylı analiz için bilgisayara nakledilir. Ayrıca aynı diştten alınan farklı görüntülerin kıyaslaması ve klinik değişimleri saptamak mümkündür. Görüntünün kalitesini etkileyecek illüminasyon ve diğer faktörlerin kontrol edilmesi de kolaylaşmaktadır. Yöntem özellikle ön grup ve küçük azı dişlerdeki çürüğün teşhisinde faydalı sonuçlar verebilir³.

Elektriksel Direnç Ölçümü

Elektriksel direnç ölçümü, mine yüzeyinde pörözite oluşması sonucu elektriksel iletkenliğin artması temeline dayanır. Minenin demineralize olması pöröziteyi

arttırır, tükürük porları doldurur ve elektrik akımı için iletken yollar meydana getirir. Dolayısı ile demineralizasyon ne kadar fazla ise çürük minenin elektriksel iletkenliği de o kadar yüksek olacaktır³.

“Vanguard elektronik karies dedektörü” adıyla ilk kullanıma sunulan cihaz, daha sonra geliştirilmiş ve Caries Meter - L (Sensortechonology and Consultancy, Hollanda) adıyla piyasaya sürülmüştür. Cihaz, fissüre yerleştirilen bir uç ve yüksek iletkenlik için deriye yada dişetine temas ettirilen konnektör vasıtasıyla elektrik iletkenliğini ölçmektedir. Ölçülen iletkenlik Vanguard sisteminde 0 - 9 arasında sayısal veriler, Caries Meter - L sisteminde ise dört adet renkli ışıkla (yeşil: çürük yok, sarı: mine çürüğü, turuncu: dentin çürüğü, kırmızı: pulpaya ilerlemiş çürüğü ifade eder) değerlendirilir. Yüzey iletkenliğini önlemek için dişin tükürük ve nemden çok iyi bir şekilde izolasyonu gereklidir. Yöntemin oklüzal ve arayüz çürüklerinin teşhisinde ümit verici sonuçlar verdiği rapor edilmiştir⁵⁹.

Endoskopi

Endoskopi, ışık ve aynalar yardımıyla doku, organ ve lezyonların direkt olarak izlenmesidir. Dişhekimliğinde endoskopi konusundaki çalışmalar 1990'lı yıllarda başlamıştır. Endoskopi için beyaz ışık ve filtrasyonu artırılmış mavi ışık kullanılarak dokunun floresansı artırılmaktadır. Mine çürüklerinin teşhisiyle ilgili çalışmalarda, endoskopinin klinik gözleme göre biraz daha hassas sonuçlar verdiği saptanmıştır. Endoskopinin en büyük avantajı bölgeyi 5 - 10 kez büyütmesidir. Dezavantajı ise dişin çok iyi kurutulup izole edilmesi gereği ve işlemin her diş için 5 - 10 dakika sürmesidir³⁹.

Kantitatif Lazer Floresans (QLF)

1990'lı yıllarda, Hollanda, İsveç ve Amerika'lı araştırmacılar bu yöntem üzerinde yoğunlaşmışlardır. Dişlerin 488 nm'lik ışıkla uyarılmaları sonucunda çürük

lezyonlarının görüntülerini oluşturan hardware ve software programlar geliştirilmiştir. Filtre edilmiş mavi ışık kaynağı kullanarak oluşan floresans farkını görüntülemişlerdir. Bu yöntem, düz yüzeylerde oldukça başarılı sonuçlar vermesine rağmen, oklüzal yüzeyler için kesin doğruluk oranı belirtilmemiştir. Dış yüzeyine mavi ışık özel olarak üretilmiş bir uç yardımı ile uygulanır ve oluşan floresans görüntü bir bilgisayara taşınır. Yayılan ışın demetinden uyarılma dalga boyundaki ışınların elimine edilmesi ve sadece oluşan floresansın görüntülenmesi için filtre kullanılmaktadır. Sağlam doku parlak floresans görüntü verir. Çürük lezyonu gölge şeklinde karanlık görüntüsüyle sağlam dokudan ayırt edilir. Sağlam dokunun floresans görüntüsünün çürük dokuda neden oluşmadığı tam olarak açıklanamamaktadır, fakat lezyon alanında ışığın daha fazla saçılmasına bağlı olarak gölge görüntüsünün oluştuğu düşünülmektedir. Görüntü kaydedildikten sonra, ölçüm yapılabilmekte, lezyon şekil ve alan olarak tanımlanabilmektedir. Takip görüntüleri standart şartlarda alınıp görüntüler arasında dijital subtraction işlemi yapıldığında lezyonun seyri hakkında detaylı bilgi alma olanağı mevcuttur. Teknik halen klinik olarak deneme aşamasındadır, tekrar edilebilme oranı oldukça yüksektir ve başarı oranının kanıtlandığı sınırlı tipteki çürük lezyonları için kullanılabileceği rapor edilmiştir. Renklenmelerin görüntü sinyallerinde yanılığa sebep olduğu belirtilmiştir. Tekniğin, pratisyen dişhekimlerinin de başarı ile kullanacağı genel klinik kullanıma girip girmeyeceği ilerleyen çalışmalar sonucunda belirlenecektir¹⁷.

Oklüzal Çürük Teşhis Yöntemleri

Oklüzal fissürlerde oluşan başlangıç mine lezyonlarını çıplak gözle izlemek çoğunlukla mümkün değildir. Temiz, kuru bir fissürde aktif, kavitasyonsuz, beyaz-opak mine lezyonunu fissür duvarında izlemek mümkün olabilir. Dişin sürmeyi tamamlaması ile birlikte bu lezyonların pek çoğunun ilerlemesi durmakta ve beslenme kaynaklı kahverengi renk almaktadırlar. Black bu renklenmelerin oluşumunu şu şekilde tarif etmiştir : “Gençlik döneminin başlarında pit ve fissür bölgelerinde hafif bir yumuşama

görülür. Bu ilerleyen zaman içinde, immüniteye veya birtakım lokal faktörlerin değişmesine bağlı olarak durur, pit ve fissürler koyu renk alır ve değişim göstermeden kalırlar. Bunlara müdahale edilmemelidir, çünkü herhangi bir dolgudan çok daha güvenlidirler⁵.

Dişhekimleri aktif lezyonları ilerlemesi durmuş lezyonlardan ayırt etmede zorluklar yaşamaktadırlar ve genelde kararlarını, hastanın geçmiş çürük tecrübeleri, oral hijyen ve beslenme alışkanlıkları, tükürük fonksiyonları gibi önleyici faktörleri de göz önünde bulundurarak klinik gözlemlerine dayanarak vermektedirler⁴.

Aktif ve ilerlemesi durmuş lezyonlar arasındaki fark aktif lezyonlarda mikro skarlar izlenirken, durmuş lezyonlarda mikro kavitasyonlar izlenmektedir şeklinde özetlenmiştir⁴.

Başlangıç halindeki oklüzal çürüklerin teşhisi için bugüne kadar kullanılan teşhis yöntemlerinin hiçbiri uluslararası fikir birliği ile kabul görmemiştir. Oklüzal çürükler, özellikle çocuklardaki lezyonların büyük bir kısmını oluşturması sebebi ile bu tip çürüklerin doğru teşhisi ciddi bir öneme sahiptir. Pek çok çalışma sonuçlarına göre, teşhis edilemeyen oklüzal çürükler dentine ilerlemekte ve daha ciddi problemlere yol açmaktadırlar⁶².

Oklüzal çürüklerin teşhisinde çürük teşhisinde kullanılan tüm yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemlerin oklüzal çürük teşhisindeki yeterlilikleri birbirinden farklıdır. Büyük azı dişlerindeki oklüzal lezyonların teşhisi için yapılmış bir çalışmada, klinik olarak ayna ve sond yardımı ile tespit edilemeyen çürük oranının bitewing radyografi ile kıyaslandığında %10, diğer bir çalışmada ise %32 olarak bulunmuştur⁶².

Lussi⁴⁰ yapmış olduğu in vitro bir çalışmada, 34 dişhekimine 61 adet dişi gözle ve sond kullanarak oklüzal çürüğü teşhis ettirmiş, daha sonra dişleri histolojik olarak değerlendirmiştir. Sonuçlar, teşhise varmada sondla ve gözle muayene arasında fark olmadığını ve sondun teşhis ve tedavi planlamasında kesin sonuca varmada kısıtlamaları olan bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Kavitasyonsuz oklüzal lezyonlar geleneksel olarak bukkal ve lingual yüzeylerdeki aynı tip lezyonlara oranla üç kat fazla restore edilirler. İdeal olarak, kavitasyonsuz lezyonlar restore edilmek yerine durdurulmalıdır. Bunun için de aktif ve aktif olmayan lezyonlar ile kavitasyonlu ve kavitasyonsuz lezyonlar arasındaki ayırıcı tanı büyük önem tařımaktadır⁴².

Radyografiler, tek başına gözle muayeneden daha başarılı olmalarına rağmen, lezyon derinliğini belirlemede ve mine lezyonlarını tespit etmede kesin sonuca ulaştırmazlar. Radyografik olarak oklüzal lezyonlar, fissür altında santral olarak konumlanmış, dentinde geniş, tanımlanması zor, yaygın koyu alanlar olarak izlenirler⁵⁷.

Verdonschot ve arkadařları⁷⁶ minedeki lezyonlarının teşhisinde FOTI'nin bite-wing radyografiden daha faydalı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Wenzel ve Fejerskov⁸⁴ vitro olarak dentine ilerlemiş, kavitasyonsuz oklüzal çürük lezyonlarının teşhisinde FOTI'nin gözle muayene ve radyografi tekniklerinden daha doğru sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir.

Oklüzal yüzeylerdeki mine lezyonlarının teşhisinde elektriksel direnç ölçümü yönteminin sensitivite ve spesifitesinin yüksek olduğu, dentine ilerlemiş lezyonlarda ise sensitivitenin yüksek spesifitenin ise orta düzeyde olduğu bildirilmiřtir⁵⁹.

Ten Cate ve arkadaşları⁷² oklüzal yüzey çürüklerinde endoskopik yöntemlerin düşük spesifite değerine sahip olduğunu, sensitivitenin ise eğer lezyon minede sınırlı ise yüksek olduğunu, ancak bu değer lezyonun dentine ilerlemesiyle düştüğünü rapor etmişlerdir.

Lazer

Lazerin Tarihçesi ve Gelişimi

Lazer ve ya ilk kullanılan adıyla “*maser*” Theodore H. Maiman (Hughes Aircraft Corporation, 1960) tarafından geliştirilmiştir. Maser terimi “Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kelimelerinin ilk harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Lazer terimi ise daha yaygın olarak kullanılmaktadır ve “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” kelimelerinin ilk harflerinden oluşmuştur. Lazerin temel prensipleri ilk olarak 1958 yılında Schawlow ve Townes tarafından rapor edilmiş ve 1964 yılında Nobel ödülü Townes, Basov ve Prokhorov’a lazeri geliştirdikleri için verilmiştir. Bununla beraber, 1916 yılında yayınladığı Quantum teorisi ile (“Zur Quantum Theori Der Lazer”) Einstein bu konuda öncü olarak kabul edilmektedir⁴⁹.

İlk lazer cihazı 1960 yılında Maiman tarafından yapılan 0.692 μm dalga boyundaki atımlı rubby lazerdir. Bir yıl sonra Snitzer tarafından da neodymium lazer geliştirilmiştir. Dişhekimliğinde lazer ile yapılan ilk çalışmaların hemen hemen tamamında ruby lazer kullanılmıştır. Bu da lazerin dişhekimliğinde kullanımını büyük ölçüde geciktirmiştir. Araştırmacıların neodymium lazeri kullanmaya başlamasıyla lazer dişhekimliğinde bugünkü konumuna gelmek üzere ilerlemeye başlamıştır⁴⁹.

Ruby lazer ile yapılan ilk dental araştırmalar pek gelecek vaad etmiyordu. 6.943 μm 'lik dalga boyunun meydana getirdiği yıkıcı etkiler sebebiyle,

istenmeyen sonuçlar elde edilmişti. Minede krater benzeri oluşumlar ve cam benzeri füzyon ve dentinde yanmalar sadece birkaç milisaniyede 500 - 2000 J/cm²'lik ışınlama sonucu gözlenmiştir. İlerleyen çalışmalarda lazer kullanımı ile minenin asit penetrasyonuna direncinin arttığı gözlemlenmiş ve bu etki ile çürük oluşumuna karşı koruyucu tedavi olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir⁶⁸. Ruby lazerin dental pulpa üzerindeki etkisini gözlemlemek amacıyla laboratuvar hayvanlarının kesici dişleriyle yapılan in vivo çalışmalarda, 3 milisaniye süreyle 35 - 55 J/cm²'lik ruby lazer ışınlaması sonucunda pulpada geniş hemorajik nekrozlar ve odontoblastik tabakada yıkımların meydana geldiği, komşu diş ve çevreleyen dokularda da hasar gözlemlendiği bildirilmiştir. Bu etki, lazer demetinin saçılmasına yani yayılan ışına bağlanmıştır. 1960'ların sonlarında araştırmacılar, diş dokusunun kaldırılabilmesi için oldukça yüksek enerji seviyesine gereksinim olduğu ve bunun da oral kavitedeki canlı dokularda pekçok hasara yol açacağı konusunda fikir birliğine varmışlardır⁴⁹.

1960 - 1980 yılları arasında geçen sürede, çalışmalar sert dokularda daha etkili olabilecek farklı tipte lazerler üzerinde devam etmiştir. Stern ve Sognaes⁶⁸ CO₂ lazerin 10.6 nm'lik dalga boyunun mine tarafından iyi absorbe edildiğini ve bunun da diş yüzeyine uygulanacak işlemler (pit ve fissürlerin örtülmesi, seramik materyallerin mineye adaptasyonu ve çürük önleme çalışmaları) için uygun olacağını belirttiler.

Kantola ve arkadaşları'nın²⁹, 10.6 nanometrelik dalga boyunda CO₂ lazer uygulaması sonucu mine ve dentin yüzeyinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimleri tarama elektron mikroskop ve elektron probe analiz tekniği ile inceledikleri bir seri araştırma sonucunda, CO₂ lazer uygulamasının minenin asitlere karşı dayanıklılığının artmasına neden olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak, pit ve fissürlerin örtülmesi veya yapay hidroksiapatit gibi materyallerin mineye adaptasyonu esnasında yüzey ısının yükseldiği, bu nedenle de istenilen sonuca ulaşamadığını bildirmişlerdir.

Melcer ve arkadaşları⁴⁷ klinik olarak çürüğü uzaklaştırmak amacıyla CO₂ lazeri kullandıkları çalışmalarında başarılı klinik sonuçlar aldıklarını ve lazerin sekonder dentin oluşumunu ve ekspozite pulpanın sterilizasyonunda indükleyici etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Yamamoto ve Ooya⁸⁷, Yamamoto ve Sato⁸⁸ yapmış oldukları in vitro ve in vivo çalışmalarda, Neodymium lazer (Nd: YAG)'in yüzeysel çürük oluşumunu engellemede etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Dişhekimliğinde Lazer Kullanımı

Doğal gaz, element ve moleküllerden veya insan yapımı kristallerden aktive olan lazer, uzayda mesafelerin ölçülmesi, insan hayatını tehdit eden savaş aracı olarak kullanılması, marketlerde alışverişlerimizin kaydedilmesi gibi pek çok alanda karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde tıbbın pek çok alanında olduğu gibi dişhekimliği alanında da lazer kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Dişhekimliği alanında lazerin kullanılması aslında çok da yeni değildir. İlk in vitro çalışma raporları 1960'lı yılların sonlarına dayanır. Buna rağmen, 1980'li yılların başlarında ancak klinik anlamda kullanılmaya başlanmıştır⁴⁹.

İlk öncü gruptan olan İngiltere'den Fisher ve Frame, A.B.D.'nden Pecara ve Pick ve Fransa'dan Melcer; CO₂ lazeri yumuşak doku cerrahisinde kullanmışlardır. Melcer aynı zamanda CO₂ lazeri sert doku uygulamalarında da kullanmıştır. Kısa süre sonra A.B.D.'den Myers, İngiltere'den Midda ve Japonya'dan Yamamoto tarafından, Nd: YAG lazer hem yumuşak hem sert dokuda uygulanmaya başlanmıştır⁴⁹.

Etkin ve etiğe uygun kullanıldığında dişhekimliğinde lazer, pekçok klinik durum için kabul edilebilir bir tedavi alternatifi getirmektedir. Kullanılan dalga boyu göz önünde bulundurularak, lazer kullanımı dişhekimliğine pek çok avantaj sunar. Lazer kan damarlarını tıkadığından kuru bir operasyon sahası ve iyi bir görüş sağlar. Bu da operasyon süresini kısalmasına neden olur. Aynı etkiyle lenf damarlarını da tıkadığından postoperatif ödem minimuma iner. Vakaların % 90'ında ağrı hissi azalmakta veya kaybolmaktadır, bu etki lazerin sinir uçlarını örtmesi sonucu meydana gelir. % 10 vakada ise farklı şiddet ve sürelerde ağrı rapor edilmiştir. Lazer aynı zamanda bakteri sayısında azalma ve bazı durumlarda bölgenin sterilizasyonunu sağlamaktadır. Bu sebeple özellikle bakteriyemi riski olan hastalarda oldukça yararlı olacaktır⁴⁹.

Pek çok klinisyen, ekipmanın büyük ve pahalı olması sebebi ile bu yeni sahaya girmekte tereddüt etmektedir. Hesap makineleri ve bilgisayarda olduğu gibi lazer cihazları da gün geçtikçe boyut olarak küçülmekte, kolay taşınabilir hale gelmekte ve ucuzlamaktadır. Çok da fazla ucuzlamasını ve küçülmesini beklemek, teknolojinin gerisinde kalma riskini beraberinde getirecektir⁴⁹.

Koruyucu Dişhekimliğinde Lazer Kullanımı

Çürük Önlenmesindeki Mekanizma ve Optimal Lazer Parametreleri

Lazer uygulamasını takiben, karbonize hidroksiapatit mineral yapısından karbonat kaybolmaktadır. Atımlı CO₂ lazer uygulaması sonucu dental mineral yapısındaki fosfat grubu ile etkileşim olmakta, ışın fosfat grubu tarafından absorbe edilmekte, etkin biçimde ısıya dönüşmekte ve karbonatın elimine edilmesini sağlayacak oranlarda ısı artışı olmaktadır. Bu etkiyi sağlamak için düşük enerji yoğunluğunda, 100 µs veya daha kısa atımlar halinde ışınlama yeterlidir⁸⁹. Işının etkisi, dalga boyuna ve atım karakterine

bağlıdır. Uygun olarak seçilen enerji düzeyi ile yüzeyde optimal ısınma sağlanırken, pulpadaki ısı artışı optimal boyutlarda (4°C 'nin altında) kalmaktadır. Mekanik olarak, yüzeyel karbonize hidroksiapatit tabakası ve yüzeyin hemen altındaki mine tabakasında 400°C 'nin üzerinde ısı artışı olmakta ve bu ısı artışı karbonatın mineral matriksinden uzaklaşmasını sağlayarak geride hidroksiapatit benzeri bir yapı bırakmaktadır. Bu mineral yapı asitlere karşı daha dirençlidir. Bu işlem için deneysel olarak belirlenmiş optimal dalga boyu $9.3 - 9.6 \mu\text{m}$ ve atım aralığı $100 \mu\text{s}$ 'dir. Her bir atımda yüzey alanını etkileyecek enerji yoğunluğu ise 4 J/cm^2 'nin altında olmalıdır. Mevcut çalışmalar optimal lazer şartları üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu şartları sağlayacak lazer henüz piyasada mevcut değildir¹⁷.

pH sirkülasyon modelleri kullanılarak yapılan laboratuvar çalışmaları, $100 \mu\text{s}$ süreli 20 atımlık bir tedavinin, diş yüzeyine günlük flor uygulaması ile sağlanan koruyucu etkiyi sağlayabildiğini göstermektedir. Bu umut verici sonuç henüz ağız ortamında kanıtlanmamıştır, çalışmalar sürmektedir. Laboratuvar ortamında kanıtlanan pulpadaki ısı değişimlerinin zararsız boyutlarda olduğu, insan sağlığı çalışmaları ile desteklenmeli ve ağız dokularına zarar vermediği kesinlikle kanıtlanmalıdır¹⁷.

Lazer ile doku kaldırılması ve çürüğe karşı direnç artması

Lazerin doku kaldırmada kullanılması sonucunda, çürük başarılı bir şekilde uzaklaştırılırken, kavite duvarları da çürüğe karşı dirençli hale getirilmelidir. CO_2 lazer çürüğü etkin biçimde kaldırmakta ve lezyonun ilerlemesini engellemektedir. Çürük kaldırmak için gerekli olan enerji yoğunluğu, çürükten koruma için gerekli olan yoğunluktan yüksektir, artık enerji miktarı preperasyon duvarlarını çürüğe dirençli hale getirmeyi sağlamaktadır¹⁷.

Diş minesinin uygun dalga boyu ve enerji seviyelerinde CO₂ lazer ile ışınlamasının ardından kristal yapısının kimyasal içeriği değişmekte, karbonat molekülü ortamdaki uzaklaşmakta ve aside karşı direnç artmaktadır. Işık enerjisinin yeterli oranda ısıya çevrilmesi ile gerekli ısı eşiğine ulaşılır ise minenin birkaç µm'lik yüzey tabakasında asitlere karşı direnç artmaktadır. Yüzeydeki bu değişimin, başlangıç mine çürüklerinin gelişim ve ilerlemesini engellediği belirtilmektedir^{14,17}.

Bu alanda yapılan ilk çalışmalarda, minenin asitlere karşı duyarlılık derecesinin lazer ışınlaması sonucunda değiştiği gözlenmiştir. Bu çalışmalar mevcut yüksek enerji yoğunluklarında lazer cihazları kullanılarak, lazer mekanizması veya parametrelerinin akılcı seçimleri göz önünde tutulmadan gerçekleştirilmiştir. Yamamoto ve Sato⁸⁸, Nd: YAG lazer (1064nm) kullanarak mineyi eritmiş ve aside karşı dayanıklı hale getirmişlerdir, fakat bu işlemi gerçekleştirmek için oldukça yüksek enerji yoğunluklarında (1 GW/cm²) ışınlar kullanmışlardır. Featherstone ve Nelson¹⁴ Featherstone ve arkadaşları¹⁵ lazer - doku etkileşimindeki temel kavramlar (geçirgenlik, absorpsiyon, saçılma ve yansıma özellikleri) ve farklı dalga boylarında lazer kullanımının termal, ablasyon, buharlaşma ve ısıl değişiklikler üzerine etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda çürüğün önlenmesi, kaldırılması ve tedavisi için kullanılacak koşul ve parametrelere uygun lazer tiplerini belirlemişlerdir. Bu sonuçlara göre çürük önlemek amacıyla lazer kullanımında, diş sert dokuları ile en etkin biçimde etkileşime girecek uygun koşullara sahip lazer setleri seçilmeli ve seçilen lazerin diş sert dokusuna uygulanmasının ardından absorbe edilen ışın, ısı enerjisine çevrilmeli ve diş minesi asit çözünürlüğüne karşı dirençli hale getirilmelidir¹⁷.

Dişlerin çürüğe karşı daha dirençli hale getirilmesi için mine yüzeyine topikal florid ajanları veya fissür örtücüler uygulanmalıdır. Lazer enerjisi her iki yöntem için de alternatif tedaviler sunmaktadır. Araştırmalar, lazer uygulaması sonucu minenin yüzey özelliklerinin değiştiğini ve asit penetrasyonuna karşı daha dayanıklı hale geldiğini

bildirmiştir. CO₂ ve Nd: YAG lazerler bu uygulamalarda kullanılmıştır fakat pulpada meydana gelebilecek değişiklikler için dikkatli olunmalıdır. Argon lazer ise pulpayı daha az riske ederek mine yüzeyinin çürüğe karşı direncini arttıracak değişiklikleri meydana getirebilir. Argon lazer ile ekspoz olmuş mineye flor uygulanması sonucunda aside dirençlilik çok daha belirgin şekilde artmaktadır. Lazer ışını aynı zamanda dişin florapatit kristalleri oluşturmaya da yardımcı olur⁴⁹.

Lazer teknolojisi diş yüzeyini asit penetrasyonuna dirençli bir materyalle kaplamak için de kullanılabilir. Sentetik hidroksiapatit bileşenleri pulpaya zarar vermeyecek yoğunlukta bir akımla diş yüzeyine adapte edilmiş ve bu şekilde pit ve fissürler örtülmüştür¹⁷.

Çürük Teşhisinde Lazer Kullanılması

Diş ve kemiklerin mineral kristalleri karbonize hidroksi apatitlerden oluşur. Bu kristal yapı hidroksiapatitten daha kolay çözünür. Hidroksiapatit yapısı da florapatitten daha kolay çözünür bir yapıya sahiptir. Karbonize hidroksi apatit mineral yapısı minde % 3, dentinde ise % 5 oranında karbonat içerir. Bu oranlar, kristal kafesindeki fosfat içeriği ile yer değiştiren ve mineral yapısını aside daha duyarlı hale getiren yapısal defekt olarak tanımlanır. Mineral matriksin bu özelliği, lazer tedavisi ile dişin yüzey yapısını kalıcı olarak değiştirmek ve asitlere karşı daha dayanıklı hale dönüştürmek için temel oluşturur. Fermente olan karbonhidratların metabolizmaları sonucu ortaya çıkan asitler, diş yapısına difüze olur ve yüzey mineral matriksi eritir. Kalsiyum ve fosfat iyonları diş yapısından uzaklaşır ve yüzeyel demineralizasyon gelişir. Bu süreç başlangıç çürük lezyonu olarak adlandırılır. Yüzeyel lezyonun yapısı daha az mineralize, daha çok porludur ve protein ve bakteriyel ürünleri absorbe eder, dolayısıyla farklı optiksel özelliklere sahiptir. Yüzeyel lezyonların bu özelliği, çürük teşhisinde lazer enerjisi kullanılmasının ana

mekanizmasıdır. Lezyonun gelişimi bu aşamada durdurulmaz ise kavitasyon gelişecektir⁴⁹.

Mine ve Dentinde Işık Etkileşimleri

Etkin ve güvenilir bir tedavi sağlanması için lazer ile yapılan işlemlerde, ışın ve doku arasındaki optik etkileşim iyi anlaşılmalıdır. Lazer - doku mekanizması, ışınlama parametreleri ile kontrol edilir. Bunlar, dalga boyu, devamlı ve ya atımlı yayılım, tekrarlama oranı, atım süresi, atım enerjisi, lazer ışın demetinin hacmi ve taşınma metodu, ışının uzaysal ve zamana bağlı özellikleri ve dokunun optik özellikleri olarak sayılabilir. Uzun yıllardır yapılan çalışmalar, bugün dişhekimlerine planladıkları tedavi için uygun dalga boyunda ve tipinde lazer ışını seçme şansını sunmaktadır⁴⁹.

Çürük lezyonunun sağlam dokudan ayırt edilebilmesi için lazer ışınının her iki dokuda farklı oranlarda saçılması ve farklı floresans meydana getirmesi gereklidir. Işın aynı zamanda, yüzey mine tabakası altındaki lezyonların da teşhis edilebilmesi için yeterli derinliğe penetre olabilmelidir. Doku uzaklaştırmak isteniyorsa, uygulanan ışın doku tarafından yeterli derecede absorbe edilmelidir. Eğer dokunun içeriği veya çözünürlüğü ısı yoluyla değiştirilmek isteniyorsa, lazer ışını güçlü bir şekilde absorbe edilmeli ve komşu yüzeylere zarar verilmeden etkili biçimde ısıya dönüşmelidir^{15,17,49}.

Çürük teşhisi, çürüğün kaldırılması veya çürük önleyici tedaviler için gerekli olan optiksel doku özellikleri ise ışını geçirme, saçma ve absorbe etme özellikleridir. Eğer ışın doku ile reaksiyona girmeden geçiriliyorsa daha alt dokulara iletilmektedir, bu durum emilimin minimum olduğu durumdur. Eğer ışın saçılıyorsa, artık etkin bir demet değildir ve gerekli dokuya taşınamaz. Eğer bir doku diğerinden fazla ışın saçıyorsa ve ilk doku ışığa geçirgense bu özellik çürük taramasında etkilidir¹⁷.

Işın absorbe edildiğinde, dokunun atomları ile etkileşime girmektedir ve genellikle ısıya dönüşür. Absorbsiyonun derecesi, penetrasyonun derinliğini ve açığa çıkan ısı miktarını belirler⁴⁹.

Dokunun optiksel özelliği, *kırılma indeksi* olarak tanımlanır ve *saçılma katsayısı* (μ_s) ve *absorbsiyon katsayısı* (μ_a) ile ifade edilir. Lazer ışınının diş dokusu üzerindeki etkisi, enerjinin nasıl yayıldığına ve ne kadarının tutulduğuna bağlıdır. Isı artışı ise belirli zaman diliminde ve enerji düzeyinde tutulan enerji ile ısıya dönüşen enerji arasındaki dengeye bağlıdır. Dokunun morfolojik ve kimyasal özelliklerinin değişmesini meydana gelen ısı artışı belirler¹⁷.

Saçılma ve absorbsiyon parametreleri

Absorbsiyon ve yansıtma katsayıları deneysel olarak tespit edilmiştir ve resiprokal cm değeri ile ifade edilir (cm^{-1}). Lazer ışını yüksek absorbsiyon katsayısına sahip materyaller ($\geq 100 \text{ cm}^{-1}$) tarafından yüzeyin 10 μm altına kadar emilir ve ısıya dönüşür. Atımlı lazer kullanıldığında atım süresi kısa ise uygulanan alanda tüm enerji ısı olarak tutulur, eğer atım süresi uzun ise bir miktar ısı tutulur, kalan enerji ise daha derin dokulara iletilir. Dokuya enerji transferi ısı iletimi ile gerçekleşir. Dokunun ısı geçirgenliği ve ısı tolere edebilme kapasitesi transferin miktarını belirler¹⁷.

Mine dokusu 400 – 700 nm arasındaki görünür ışığa zayıf absorbsiyon gösterirken (absorbsiyon katsayısı $< 1\text{cm}^{-1}$), 240 – 300 nm arasındaki ultraviyole ışığına ise orta dereceli absorbsiyon gösterir. Saçılma katsayıları ise 240 – 700 nm arasında düzenli olarak azalırken, infrared sınırına gelindiğinde 400 cm^{-1} olan saçılma katsayısı değeri 15 cm^{-1} 'ye kadar düşmektedir. 1064 nm'lik Nd:YAG ışınlamasında ise minenin absorbsiyon katsayısı $< 1\text{cm}^{-1}$ dalga boyu arttığından ışın minimal emilim ve düşük saçılma ile mineyi rahatlıkla geçmektedir^{17,71}.

Dentin dokusu mine ile kıyaslandığında mineral içerikte azalma, su ve protein içeriğinde ise artma söz konusudur. Görünür ışık düzeyinde (400–700 nm) dentinin absorbsiyon katsayısı düşüktür fakat saçılma katsayısı (μ_s) mineye oranla artmıştır. Infrared sınırında yani Nd: YAG dalga boyunda, dentinde gene düşük fakat ölçülebilen absorbsiyon mevcut iken saçılma oranı oldukça yüksektir. Saçılan ışın, tümü ile absorbe olana veya komşu dokulara iletilene kadar hareket etmeye devam eder⁷¹.

Mine ve dentinin mineral yapısı kalsiyum, sodyum, fosfat, karbonat, hidroksil ve flor iyonları içerir. Mine ve dentin aynı zamanda su içerir, bu oran % 12 ile % 25 arasındadır. Absorbsiyon sınırları su için yaklaşık 3 μm , hidroksil iyonu için 2.8 μm , karbonat iyonu için 7 μm ve fosfat iyonu için 9 - 11 μm 'dir^{16,71}.

Orto - infrared dalga boyu sınırında (>2.10 μm) diş dokularının içeriği gözönüne alındığında, absorbsiyon katsayısı (800 – 8000 cm^{-1}) oldukça yüksektir. Absorbsiyon değerleri yüksek olunca geçirgenlik azalır. Örneğin; 9.6 μm dalga boyunda, tüm ışın yüzeyel 1 μm 'lik alanda absorbe edilir. Er: YAG (2.94 μm) ile Er: YSGG (2.79 μm) dalga boyundaki lazer ışını su absorbsiyon sınırını geçmektedir, bu sebeple temel absorban bu seviyede sudur. Bu özellik sağlam ve çürük minenin ve dentinin kaldırılmasında kullanılır. Bu lazerler, suyun yanısıra hidroksil iyonunun da absorbsiyon sınırını geçtiği için etkili bir şekilde dokunun kaldırılmasını sağlamakla beraber yüzey ısını da artırır¹⁷.

Tıpta ve dişhekimliğinde kullanılan geleneksel CO₂ lazerlerin dalga boyu 10.6 μm 'dir ve bu dalga boyunda lazer ışını mineral yapı tarafından etkin bir şekilde absorbe edilir. CO₂ lazerlerin dört temel dalga boyu vardır; bunlar 9.3, 9.6, 10.3, 10.6

μm 'dir. Çürük önleyici tedavilerde gerekli görülen, mineral matriksin etkili ve kısa süreli ısıtılması için 9.3 ve 9.6 μm 'lik CO_2 lazer tedavisi uygun olacaktır¹⁵.

Lazer uygulaması sonucu, ışın yoğunlukla dokuların su içeriği tarafından absorbe edilmekte ve çok kısa süre zarfında su buharlaşmaktadır. Biyolojik dokular yüksek oranlarda su içerdiklerinden lazer ışını ile ışınlama sonucunda yıkıma uğrarlar ve dokudaki su içeriği buharlaşarak karbon esaslı bir artık bırakırlar. Lazerin çürük teşhisinde kullanılma felsefesi de bu mekanizmaya dayanır. Çürük lezyonu, çevreleyen sağlam mineye oranla daha fazla organik materyal içerir. Lazer ışınlanmasından sonra organik materyal buharlaşınca, geriye karbonize bir artık doku kalacaktır ve bu alan daha koyu olarak gözlenecektir. Düşük güç seviyeleri ve kısa zaman aralıkları kullanıldığında sağlam minede inorganik içeriğin fazla olması sebebiyle hasar daha az olacaktır¹⁷.

Erken mine çürüğü tanısında, lazer floresans methodu ilk olarak 1982 yılında Bjelkhagen ve arkadaşları⁶ tarafından kullanılmıştır. 448 nm'lik argon - ion lazer kullanarak sağlam ve dekalsifiye mine dokularındaki floresan farkını gözlemlemiş ve filtreler yardımı ile fotoğraflamışlardır.

Sundström ve arkadaşları⁷⁰ 488 - 515 nm'lik argon - ion, 337 nm'lik nitrogen ve 633 nm'lik helium - neon lazer kullanarak oklüzal çürük taraması çalışmaları yapmışlardır.

Lazer ışınlanmasının ardından dişlerin oklüzal yüzeylerinin asit ile dağlama işleminden sonraki görüntüye benzer şekilde camsı görünüm aldığı, bazı fissürlerde ise siyah alanların gözleendiği rapor edilmiştir. Bu alanların dekalsifiye bölgelerin yüksek organik içeriğinin buharlaşması ile meydana gelen artık karbon sahaları olduğu belirtilmiştir⁴⁹.

Çürük lezyonu yeterince erken teşhis edilebilirse, dişteki lokalizasyonu neresi olursa olsun lezyonun ilerleme sürecine müdahale mümkündür. Müdahale için kullanılacak yöntemler antibakteriyel tedavi, flor tedavileri, koruyucu restorasyonlar, örtücüler, lazer tedavisi veya bu yöntemlerin birkaçının bir arada kullanılması olabilir. Çürük oranındaki azalmanın en büyük etkeni flor tedavileri olarak kabul edilse de daha katedilecek uzun bir yol vardır. Çürüğün erken teşhisi ve ilerlemesine müdahale seçeneklerinin doğru uygulanması ile risk değerlendirmesi yapılarak çürüğün tedavi edilmesi modern dişhekimliğinin temel prensibi olacaktır. Bu süreçte lazer en önemli bölümü teşkil edecektir. Lazer kullanılarak çürüğün erken teşhis edilmesi konusunda pekçok araştırma yapılmış ve erken teşhisin, dişin doğal formunda korunması için başarılması gereken ilk ve en önemli adım olduğu kabul edilmiştir. Erken teşhis metodları aynı zamanda çürük lezyonunun geri dönüşümünün sağlanması yolundaki tedavilerin de gelişmesine yol açacaktır¹⁷.

Lazerin çürük teşhisinde kullanılması amacıyla yapılan ilk çalışmalar, sağlam ve çürük minenin ışın demetini saçmasındaki farklılıklar üzerinde yoğunlaşmış fakat bu çalışmalar başarısız olmuştur. Floresans esasına dayanan çalışmalar sonucunda elde edilen gelişmeler umut vericidir^{17, 49}.

Floresans

Floresans bilim ve teknoloji alanında oldukça iyi bilinen bir kavramdır. Tanımlanacak olursa, herhangi dalga boyundaki ışığın (uyarıcı dalga boyu) doku tarafından absorbe edilmesinin ardından daha uzun bir dalga boyuyla (yayılma dalga boyu) yayılmasıdır. Floresans oluşabilmesi için belirli bir maddenin belirli bir dalga boyuyla uyarılması gereklidir. Bu konudaki ilk çalışmayı, 1911 yılında Stubell dişlere ultraviyole ışığı uygulayarak yayınlamıştır. Daha sonra 1933 yılında Eisenberg mavi

ışıkla uyarılan dişlerde floresans oluştuğunu belirtmiştir¹⁷. Alfano ve Yao¹ görünür ışık tatbik edilen dişlerde oluşan floresans üzerine çalışmışlardır. Sağlam ve çürüklü insan dişleri kullanarak yaptıkları çalışmada, tungsten kaynaktan sağlanan 350, 410 ve 530 nm ışık uygulamasından sonra sırasıyla 427, 480 ve 580 nm'lik yayılma piklerini ölçmüşlerdir. Çürük lezyonlarındaki yayılma spektrumu, ışık spektrumunun kırmızı alanına doğru kayma göstermiştir. Alfano ve Yao² daha sonra, 400 - 700 nm dalga boyunda ışık kullanarak sağlam ve çürük dokular arasındaki yayılma farkını gözlemlemişlerdir. Bu sırada Sundstrom ve arkadaşları⁷⁰, 337, 488, 515 ve 633 nm dalga boyunda ışık kullanarak sağlam ve çürük dokudaki floresans oluşumunu incelemişler ve 633 nm'lik görünür ışık uyararı altında floresans oluşmadığını belirtmişlerdir.

Düz yüzey ve fissür çürüklerinin erken teşhisi için genelde ışık spektrumunun mavi yeşil bölgesindeki görünür ışık kullanılmıştır. Alfano ve Yao², 350, 410 ve 530 nm'lik monokromatik ışık kullanarak gözlenebilir yayılım spektrumunu, çürüklü ve çürüksüz doku kıyaslamasında kullanmışlar. Bjelkhagen ve arkadaşları⁶, argon lazer illimünasyonu ile çürük taraması yapmışlar ve çürük lezyonunu sağlam dokuya göre daha koyu renkte gözlemlemişlerdir.

Argon lazer ile illimüne edildiğinde çürük doku, klinik olarak koyu alev kırmızısı renginde, sağlam diş dokusundan kolayca ayırt edilecek şekilde gözlenir. Rekalsifiye alanlar ise kalın, opak ve turuncu renkte gözlenir¹⁷.

Oklüzal Yüzeylere Kırmızı Işık

Uygulanması Sonucu Oluşan Floresans

1990'lı yıllardan beri sürdürülen çalışmalar sonucunda kırmızı ışığın infrared sınırında floresans oluşturduğu açığa çıkmıştır. Hibst ve Gall²⁵ 665 nm dalga boyunda lazer ışının uyarıcı olarak kullanarak ve 680 nm'lik filtreler yardımı ile daha

yüksek dalga boylarında floresans sinyalleri elde etmişlerdir. Longbottom ve arkadaşları³⁸, Lussi ve arkadaşları⁴³ da bu konuda çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Bu çalışmalar Alman KaVo firması tarafından piyasaya sürülen Diagnodent isimli cihazın temel prensibini oluşturmuştur.

Diagnodent (KaVo, Almanya)

Cihaz pek çok Avrupa ülkesinde, Brezilya'da ve 2000 yılı Nisan ayından bu yana Amerika'da kullanımdadır. Kırmızı diod lazer ışını, özel olarak tasarlanmış bir uç yardımı ile oklüzal yüzeye uygulanır ve floresans sinyalleri filtre edilerek cihazın dedektörü tarafından toplanır. Toplanan sinyal 0 - 99 arasında sayısal bir değerle cihazın göstergesinde izlenir. Sayısal değer arttıkça çürük olasılığı artmaktadır. Cihaz iki ve ya üç boyutlu görüntü vermemesine rağmen, gözle veya sondla muayene ile kıyaslandığında daha somut bir veri söz konusudur^{38,43}.

Sınırlı sayıda gerçekleştirilen klinik ve histolojik çalışma sonucuna göre, düşük sinyal sağlam dokuyu işaret ederken, sinyalin artması mevcut çürüğün kimyasal ya da fiziksel müdahaleye gereksinim gösterdiğini ifade etmektedir. 655 nm dalga boyunda ve 1 W gücünde lazer diod ışık ve 680 nm filtreler kullanılmıştır. Işık penetrasyonu 2 mm derinliğe ulaşmaktadır. Çürük doku dışında renklenmelerin de floresans sinyaline sebep olması çözüm bekleyen bir sorundur. Tüm diğer klinik yöntemler gibi Diagnodent sonuçları da farklı tekniklerle bir arada değerlendirilmeli ve ortak bir sonuca varılmalıdır. Henüz cihazın hassasiyeti konusunda kesin sonuçlar mevcut olmamasına rağmen, fonksiyonel bir araç olarak dikkatle kullanıldığında başarı vaad etmektedir. Cihazın restorasyonlara komşu sekonder çürük teşhisinde kullanımı teknik olarak mümkün değildir¹⁷. Forgie ve arkadaşları¹⁹ tarafından gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre,

ara yüz çürüklerinin teşhisinde de kullanılabileceği rapor edilmiştir, fakat bu konuda da yeterli çalışma mevcut değildir.



GEREÇ VE YÖNTEM

Dişlerin Seçimi

Çalışmada 250 adet periodontal veya protetik amaçla çekilmiş, gözle görölür kavitasyonu olmayan insan daimi büyük azı ve küçük azı dişi kullanıldı. Dişler, yüzeylerindeki yumuşak doku artıkları temizlendikten sonra oklüzal yüzeyleri pomza ve fırça yardımı ile dışsal renklenmelerden arındırıldı ve % 5'lik formol içerisinde bekletildi. Daha sonra, dişler rastgele seçilerek üçerli gruplar halinde akril bloklar içerisine gömüldü ve numaralandırıldı (Resim 7). Takiben, dişlerin oklüzal yüzeyleri gözle, geleneksel radyografi, digital radyografi ve Diagnodent cihazı ile değerlendirmek üzere hazırlandı ve dişlerin fotoğrafları çekildi.



Resim 7. Çalışmada kullanılan dişlerin akril bloklara gömülmüş ve numaralandırılmış görüntüsü.

Gözle Muayene

Gözle muayene iki ayrı hekim tarafından, farklı zamanlarda ve birbirinden bağımsız olarak yapıldı. Değerlendirme Tablo 1'deki kriterler esas alınarak gerçekleştirildi¹¹. Muayene, aydınlatması iyi bir reflektör ışığında, x2 büyütme ayna kullanılarak yapıldı. Muayene esnasında sond gibi sivri uçlu hiçbir alet dişin oklüzal yüzeyinde kullanılmadı.

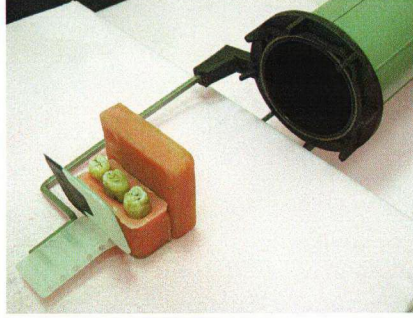
Tablo 1. Gözle muayene kriterleri

Skorlar	Kriterler
0	Diş yüzeyini hava ile kuruttuktan sonra mine saydamlığında hiç değişim olmaması veya çok az değişim gözlemlenmesi
1	Islak diş yüzeyinde çok az miktarda opasite veya renklenme gözlemlenmesi / diş yüzeyini hava ile kuruttuktan sonra opasite ve renklenme gözlemlenmesi
2	Diş yüzeyini hava ile kurutmadan opasite ve renklenme gözlemlenmesi
3	Mine tabakasında opak veya renklenmiş, lokalize mine harabiyeti ve/veya mine tabakası altındaki dentin tabakasında gri renklenme gözlemlenmesi

Geleneksel Radyografi ile Değerlendirme

Dişlerin geleneksel radyografilerinin çekimi için 65 kVp 8mA, 2.7 mm Al eşdeğere sahip Trophy Irix (Trophy Radiologie, Fransa) röntgen cihazı kullanıldı.

Akril bloklara gömülen dişlerin radyografileri bite-wing tekniği kullanılarak alındı. Geleneksel radyografilerin elde edilmesi için, 3 x 4 mm ebatlarında Ultraspeed ağız içi filmler (DF 58 model, Kodak, Fransa) kullanıldı. Röntgen cihazının konu akril bloklara gömülü dişlerin oklüzal düzlemine +10 derecelik açı oluşturacak şekilde konumlandırıldı. Daha sonra, dişlerin bukkal yüzeylerine 2 mm'lik yumuşak doku eşdeğeri olarak akrilden hazırlanmış bir blok yerleştirildi. Focus obje arası mesafe 36 cm olarak sabitlendi. Sabitleme için film tutucu, röntgen cihazının konuna takılan parça ve film tutucu apareyinden (RWT Film Holder, Almanya) yararlanıldı (Resim 8). Işınlama süresi 0.4 sn olarak standardize edildi.



Resim 8. Dişlerin radyografilerinin alınması için hazırlanan düzenek.

Çekilen radyografilerin banyo işlemi taze olarak hazırlanan ve 24 saat dinlendirilen banyo solusyonları kullanılarak otomatik banyo cihazında (Velopex, İngiltere) aynı şartlarda gerçekleştirildi. Banyoları yapılan radyografiler, plastik zarflar içine yerleştirildi ve ait oldukları diş numaralarına göre numaralandırıldı.

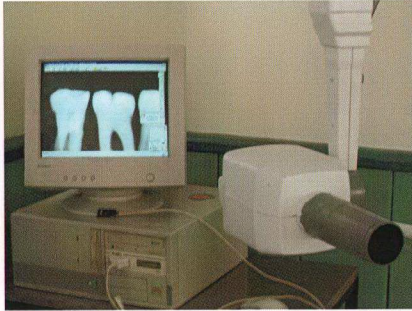
Radyografik değerlendirme iki ayrı hekim tarafından farklı zamanlarda ve birbirinden bağımsız olarak yapıldı. Değerlendirme karanlık bir odada, negatoskop ışığı altında ve filmlerin kenarlarından ışık sızmayacak şekilde etrafı siyah kartonla çevrelenerek, x2 büyütmeli büyüteç yardımıyla Tablo 2'deki kriterler¹¹ esas alınarak gerçekleştirildi.

Tablo 2. Radyografik değerlendirme kriterleri

Skorlar	Kriterler
0	Radyografide herhangi bir radyolusensi görüntüsü yok
1	Radyografide dişin mine tabakasinda radyolusensi var
2	Radyografide dişin mine-dentin sınırında izlenen bir radyolusensi var
3	Radyografide dişin dentin tabakasına ilerlemiş radyolusensi görüntüsü var

Dijital Radyografi ile Değerlendirme

Dişlerin dijital radyografi görüntüleri 65 kVp 8mA, 2.7 mm Al eşdeğere sahip Trophy Irix röntgen cihazı ve RVG sistemi (Trophy Radiologie, Fransa) kullanılarak elde edildi (Resim 9).



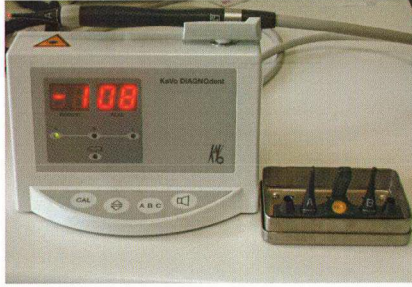
Resim 9. Dişlerin RVG görüntülerini elde etmek için kullanılan ekipman.

Akril bloklara gömülen dişlerin RVG görüntüleri bite-wing tekniği kullanılarak alındı. RVG sisteminin 40.6 x 22.8 x 14 mm ebatlarında ağız içi alıcısı (Trophy Radiologie, Fransa) kullanıldı. Röntgen cihazının konu akril bloklara gömülü dişlerin oklüzal düzlemine +10 derecelik açı oluşturacak şekilde konumlandırıldı. Daha sonra, dişlerin bukkal yüzeylerine 2 mm'lik yumuşak doku eşdeğeri olarak akrilden hazırlanmış bir blok yerleştirildi. Focus obje arası mesafe 36 cm olarak sabitlendi. Sabitleme için film tutucu, röntgen cihazının konuna takılan parça ve film tutucu apareyinden yararlanıldı. Işınlama süresi 0.16 sn olarak standardize edildi.

RVG değerlendirmesi bilgisayar ekranından, cihazın bulunduğu ortam karartılarak ve gerekli görüldüğü durumlarda RVG'nin görüntü geliştirici özellikleri kullanılarak Tablo 2'deki kriterler esas alınarak yapıldı. Değerlendirmeler iki ayrı hekim tarafından farklı zamanlarda ve birbirinden bağımsız olarak yapıldı.

Diagnodent Ölçümleri

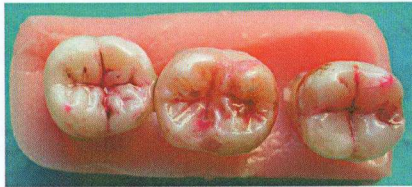
Üretici firmanın önerdiği şekilde, Diagnodent cihazının fissürlü yüzeyler için üretilen konik ucu kullanılarak, iki farklı gözlemci tarafından birbirinden bağımsız olarak, üçer kere dişler nemli iken Diagnodent ölçümleri yapıldı (Resim 10). Ölçümler alınırken, cihazın ucunun santral fossa dışına çıkmamasına, dişin uzun aksına dik olarak yerleşmesine ve dişe basınç uygulanmamasına dikkat edilerek, en yüksek değer alınan bölge kaydedildi. Değerlendirmede bir diştten farklı sayısal değerler alınıyorsa bu değerlerin ortalaması kullanıldı. İki hafta aradan sonra ölçümler her iki gözlemci tarafından tekrarlandı.



Resim 10. Çalışmada kullanılan Diagnodent cihazı.

Histolojik Değerlendirme

Histolojik değerlendirme için, propilen glikolde % 0.5'lik bazik fuksin içeren boya ile dişlerin oklüzal yüzeyleri 10 sn fırçalandı (Resim 11) ve takiben çeşme suyu ile yıkandı. Daha sonra, dişler oklüzal fossanın tam ortasından geçecek şekilde, mezio - distal yönde ve dişin uzun aksına paralel olarak elmas separe ile su altında iki parçaya bölündü. Her parçanın aldığı boyanın sınırları steromikroskop (Olympus SZ 60, Japonya) altında x10 büyütmede iki ayrı hekim tarafından farklı zamanlarda ve birbirinden bağımsız olarak Tablo 3'deki kriterler¹¹ esas alınarak değerlendirildi⁸².



Resim 11. Çalışmada kullanılan dişlerin bazik fuksin ile boyanmış görüntüsü.

Tablo 3. Histolojik değerlendirme kriterleri

Skorlar	Kriterler
0	Sağlam (Dişte herhangi bir demineralizasyon yok)
1	Mine çürüğü
2	Mine dentin sınırına ulaşmış çürük
3	Dentin çürüğü

İstatistiksel Analiz

Gözle muayene, geleneksel radyografi ve RVG skorlarının birbiri ile ve referans değerimiz olan histolojik değerlendirme sonuçları ile uyumu ve iki gözlemcinin sonuçlarının birbiriyle uyumluluğu istatistiksel olarak Kappa analizi ile değerlendirildi. Kappa analizinde her bir değerlendirme metodu için, kappa katsayıları elde edildi. Aynı şekilde gözlemciler arasındaki uyum ve her bir gözlemcinin 1. ve 2. ölçümleri arasındaki uyumun değerlendirilebilmesi amacıyla da kappa katsayıları hesaplandı. Bu katsayıların yorumu Tablo 4'de açıklanan kriterler esas alınarak yapıldı.

Tablo 4. Kappa istatistiğine göre uyum değerlendirilmesi

Kappa Katsayısı	Yorumu
< 0.10	Uyum yok
0.10 - 0.40	Zayıf uyum
0.41 - 0.60	Belirgin uyum
0.61 - 0.80	Güçlü uyum
0.81 - 1.00	Mükemmel yakın uyum

Diagnodent ölçümlerinin istatistiksel analizi, tanımlayıcı istatistiklerle (ortalama, en yüksek ve en düşük değerler ve standart sapma değerleri hesaplanarak), ayrıca cihazın ölçümlerinin referans değerimiz olan histolojik değerlendirme sonuçları arasındaki uyum ise ROC eğrileri çizilerek yapıldı. Diagnodent değerlerinin gözlemciler arası ve aynı gözlemcinin farklı ölçümleri arasındaki uyum ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirildi.

Yöntemlerin spesifite (duyarlılık) ve sensitivite (seçicilik) değerleri de Tablo 5'de açıklanan formüller kullanılarak hesaplandı.

Tablo 5. Yöntemlerin spesifite (duyarlılık) ve sensitivite (seçicilik) değerlerinin hesaplanması.

Y E N İ T E S T		REFERANS TEST	
		Gerçek sağlamlar (0)	Gerçek Hastalar (1)
	Sağlamlar (0)	Doğru Negatif a	Yanlış Negatif c
	Hastalar (1)	Yanlış Pozitif b	Doğru pozitif d
	Sensitivite (Duyarlılık) = $(d / c + d) \times 100$ Spesifite (Seçicilik) = $(a / a + b) \times 100$		

BULGULAR

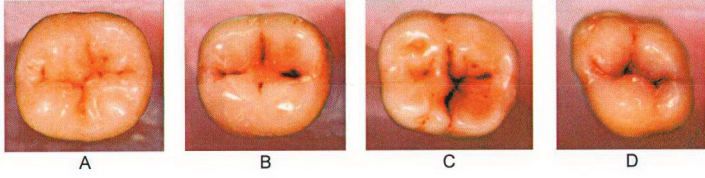
Başlangıç halindeki oklüzal çürüklerin teşhisinde, gözle muayene, geleneksel radyografi, RVG ve histolojik değerlendirme bulguları arasındaki uyum

1. gözlemcinin gözle muayene ve geleneksel radyografi skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. 1. gözlemcinin gözle muayene ve geleneksel radyografi skorlarının dağılımı.

Gözle Muayene	Geleneksel Radyografi ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	130	25	3	2	160
1	51	20	2	2	75
2	4	4	-	2	10
3	1	-	1	3	5
Toplam	186	49	6	9	250

Tablo 6'da görüldüğü gibi, 1. gözlemci gözle muayenede toplam 160 dişi 0, 75 dişi 1, 10 dişi 2, 5 dişi ise 3 olarak skorlarken, geleneksel radyografide 186 dişi 0, 49 dişi 1, 6 dişi 2 ve 9 dişi 3 olarak skorlamıştır. Hem gözle muayene hem de geleneksel radyografide 0 skoru 130 dişe, 1 skoru 20 dişe ve 3 skoru 3 dişe vermiştir. 1. gözlemci 2 skorunu ise her iki değerlendirme metodunda da kullanmamıştır (Resim 12).



Resim 12. Gözle muayenede, A- 0 olarak skorlanan, B- 1 olarak skorlanan, C- 2 olarak skorlanan, D- 3 olarak skorlanan dişlere birer örnek.

1. gözlemcinin gözle muayene ve geleneksel radyografi değerlendirmeleri arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.163 olduğu görüldü. Bu da 1. gözlemcinin gözle muayene ve geleneksel radyografi ile elde ettiği değerlerin arasında zayıf bir uyumun olduğunu ifade etmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. 1. gözlemcinin gözle muayene, geleneksel radyografi, RVG ve histoloji skorlarının uyumluluğunu gösteren Kappa katsayısı değerleri.

Değerlendirme Metodları	Değerlendirme Metodları			
	Gözle muayene	Geleneksel Radyografi	RVG	Histoloji
Gözle muayene	—	0.163	0.134	0.146
Geleneksel Radyografi	0.163	—	0.445	0.033
RVG	0.134	0.445	—	0.010
Histoloji	0.146	0.033	0.010	—

1. gözlemcinin gözle muayene ve RVG skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. 1. gözlemcinin gözle muayene ve RVG skorlarının dağılımı.

Gözle Muayene	RVG ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	119	37	3	1	160
1	47	22	3	3	75
2	4	4	1	1	10
3	1	-	1	3	5
Toplam	171	63	8	8	250

Tablo 8'de görüldüğü gibi 1. gözlemci RVG'de 171 dişe 0, 63 dişe 1, 8 dişe 2 ve 8 dişe de 3 skorunu vermiştir. Hem gözle muayene hem de RVG ile 119 dişe 0, 22 dişe 1, 1 dişe 2 ve 3 dişe de 3 skorunu vermiştir.

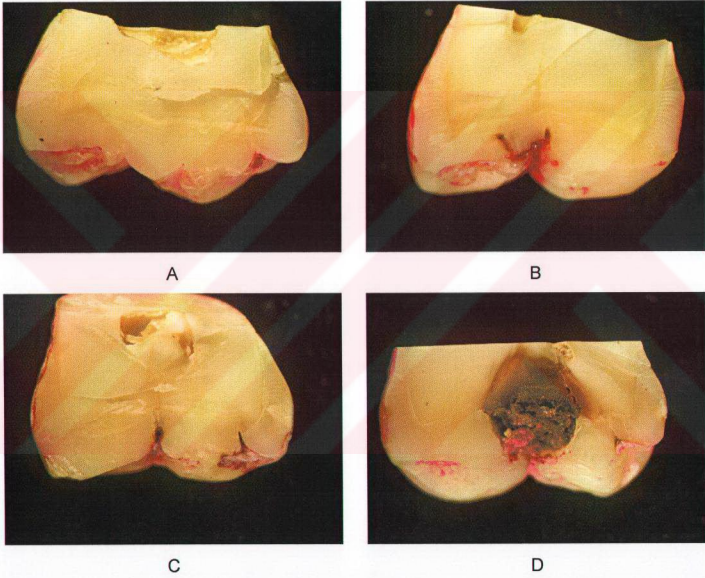
1. gözlemcinin gözle ve RVG skorları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.134 olduğu bulunmuştur. Bu da 1. gözlemcinin gözle muayene ve RVG bulguları arasında zayıf bir uyum olduğunu göstermektedir (Tablo 7).

1. gözlemcinin gözle muayene ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. 1. gözlemcinin gözle muayene ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımı.

Gözle Muayene	Histoloji ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	63	75	22	-	160
1	13	37	19	6	75
2	-	2	5	3	10
3	-	-	1	4	5
Toplam	76	114	47	13	250

Tablo 9'da görüldüğü gibi, histolojik değerlendirme ile 1. gözlemci 76 dişe 0, 114 dişe 1, 47 dişe 2 ve 13 dişe 3 skoru vermiştir. Hem gözle muayene hem de histolojik değerlendirme ile 63 dişe 0, 37 dişe 1, 5 dişe 2 ve 4 dişe 3 skoru vermiştir (Resim 13).



Resim 13. Histolojik değerlendirmede, A – Sağlam (skor 0), B – Mine çürüğü (skor 1), C – Mine-dentin sınırında çürük (skor 2), D – Dentin çürüğü (skor 3) olarak değerlendirilen dişlere birer örnek.

1. gözlemcinin gözle muayene ve histolojik değerlendirme bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile incelendiğinde, kappa katsayısının 0.146 olduğu

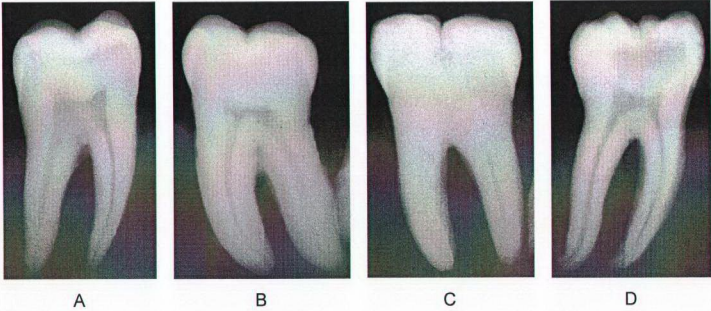
bulunmuştur. Bu da gözle muayene ve histolojik değerlendirme bulguları arasında zayıf bir uyum olduğunu göstermektedir (Tablo 7).

1. gözlemcinin geleneksel radyografi ve RVG skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 10'da verilmiştir.

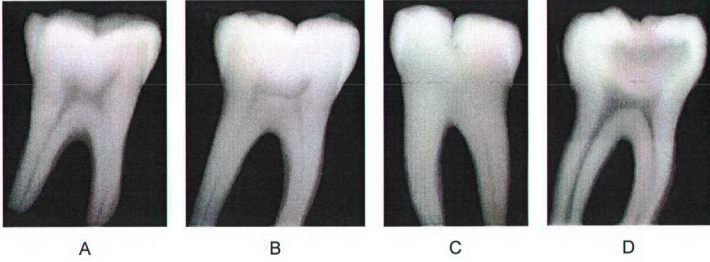
Tablo 10. 1. gözlemcinin geleneksel radyografi ve RVG skorlarının dağılımı.

Geleneksel Radyografi	RVG ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	151	33	2	-	186
1	20	27	1	1	49
2	-	2	4	-	6
3	-	1	1	7	9
Toplam	171	63	8	8	250

Tabloda görüldüğü gibi 1. gözlemci hem geleneksel radyografi hem de RVG ile 0 skorunu 151 dişe, 1 skorunu 27 dişe, 2 skorunu 4 dişe ve 3 skorunu 7 dişe vermiştir (Resim 14, 15).



Resim 14. Geleneksel radyografide, A- 0 olarak, B- 1 olarak, C- 2 olarak ve D- 3 olarak skorlanan dişlere birer örnek.



Resim 15. RVG ile A- 0 olarak, B- 1 olarak, C- 2 olarak ve D- 3 olarak skorlanan dişlere birer örnek.

1. gözlemcinin geleneksel radyografi ve RVG bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile incelendiğinde, kappa katsayısının 0.445 olduğu bulunmuştur. Bu da geleneksel radyografi ile RVG değerlendirme metodları arasında belirgin bir uyum olduğunu göstermektedir (Tablo 7).

1. gözlemcinin geleneksel radyografi ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. 1. gözlemcinin geleneksel radyografi ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımı.

Geleneksel Radyografi	Histoloji ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	62	89	32	3	186
1	12	19	13	5	49
2	1	3	1	1	6
3	1	3	1	4	9
Toplam	76	114	47	13	250

Tabloda görüldüğü gibi 1. gözlemci hem geleneksel radyografi hem de histolojik değerlendirme ile 62 dişe 0, 19 dişe 1, 1 dişe 2 ve 4 dişe 3 skoru vermiştir.

1. gözlemcinin geleneksel radyografi ve histolojik değerlendirme bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.033 olduğu bulunmuştur. Bu da geleneksel radyografi ile histolojik değerlendirme bulguları arasında uyum olmadığını göstermektedir (Tablo 7).

1. gözlemcinin RVG ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. 1. gözlemcinin RVG ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımı.

RVG	Histoloji ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	56	87	24	4	171
1	19	19	21	4	63
2	-	5	2	1	8
3	1	3	-	4	8
Toplam	76	114	47	13	250

Tablo 12'de görüldüğü gibi 1. gözlemci hem RVG hem de histolojik değerlendirme ile 56 dişe 0, 19 dişe 1, 2 dişe 2 ve 4 dişe 3 skoru vermiştir.

1. gözlemcinin RVG ve histolojik değerlendirme bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.010 olduğu bulunmuştur. Bu da RVG ile histolojik değerlendirme bulguları arasında uyum olmadığını göstermektedir (Tablo 7).

2. gözlemcinin gözle muayene ve geleneksel radyografi skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. 2. gözlemcinin gözle muayene ve geleneksel radyografi skorlarının dağılımı.

Gözle Muayene	Geleneksel Radyografi ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	56	5	1	-	62
1	92	31	2	-	125
2	28	21	1	-	50
3	8	3	1	1	13
Toplam	184	60	5	1	250

Tablo 13'de görüldüğü gibi 2. gözlemci gözle muayenede 62 dişe 0, 125 dişe 1, 50 dişe 2, 13 dişe 3 olarak skora yapmış, geleneksel radyografide ise 184 dişi 0, 60 dişi 1, 5 dişi 2 ve 1 dişi 3 olarak skorlamıştır. Hem gözle muayene hem de geleneksel radyografi ile 56 dişe 0, 31 dişe 1, 1 dişe 2 ve 1 dişe 3 skoru vermiştir.

2. gözlemcinin gözle muayene ve geleneksel radyografi bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.071 olduğu bulunmuştur. Bu da 2. gözlemcinin gözle muayene ve geleneksel radyografi bulguları arasında uyumsuzluk olduğunu göstermektedir (Tablo 14).

Tablo 14. 2. gözlemcinin gözle muayene, geleneksel radyografi, RVG ve histolojik değerlendirme skorlarının uyumluluğunu ifade eden Kappa değerleri.

Değerlendirme Metodları	Değerlendirme Metodları			
	Gözle muayene	Geleneksel Radyografi	RVG	Histoloji
Gözle muayene	–	0.071	0.093	0.269
Geleneksel Radyografi	0.071	–	0.256	0.002
RVG	0.093	0.256	–	0.066
Histoloji	0.269	0.002	0.066	–

2. gözlemcinin gözle muayene ve RVG skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. 2. gözlemcinin gözle muayene ve RVG skorlarının dağılımı.

Gözle Muayene	RVG ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	41	21	–	–	62
1	68	55	2	–	125
2	20	27	2	1	50
3	3	5	–	5	13
Toplam	132	108	4	6	250

Tablo 15'de görüldüğü gibi 2. gözlemci RVG ile 132 dişe 0, 108 dişe 1, 4 dişe 2 ve 6 dişe 3 skorunu vermiştir. Hem gözle muayene hem de RVG ile 41 dişe 0, 55 dişe 1, 2 dişe 2 ve 5 dişe 3 skorunu vermiştir.

2. gözlemcinin gözle muayene ve RVG bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.093 olduğu bulunmuştur. Bu da 2.

gözlemcinin gözle muayene ve RVG skorları arasında uyumsuzluk olduğunu göstermektedir (Tablo 14).

2. gözlemcinin gözle muayene ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. 2. gözlemcinin gözle muayene ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımı.

Gözle Muayene	Histoloji ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	35	20	7	—	62
1	29	74	20	2	125
2	10	16	17	7	50
3	2	4	3	4	13
Toplam	76	114	47	13	250

Tablo 16'da görüldüğü gibi 2. gözlemcinin yapmış olduğu histolojik değerlendirmede 1. gözlemcinin histolojik bulguları gibi, 76'dan fazla 0, 114'den fazla 1, 47'den fazla 2 ve 13'den fazla 3 skoru verilmiştir. Hem gözle muayene hem de histolojik değerlendirme ile 0 skoru 35'den fazla, 1 skoru 74'den fazla, 2 skoru 17'den fazla ve 3 skoru 4'den fazla vermiştir.

2. gözlemcinin gözle muayene ve histolojik değerlendirme sonuçları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.269 olduğu bulunmuştur. Bu da 2. gözlemcinin gözle muayene ve histolojik değerlendirme bulguları arasında zayıf bir uyum olduğunu göstermektedir (Tablo 14).

2. gözlemcinin geleneksel radyografi ve RVG skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17. 2. gözlemcinin geleneksel radyografi ve RVG skorlarının dağılımı.

Geleneksel Radyografi	RVG ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	116	66	1	1	184
1	16	38	3	3	60
2	—	4	—	1	5
3	—	—	—	1	1
Toplam	132	108	4	6	250

Tablo 17'de görüldüğü gibi 2. gözlemci hem geleneksel radyografi hem de RVG ile 116 dişe 0, 38 dişe 1, 1 dişe 3 skorunu vermiş, iki değerlendirme metoduyla birlikte 2 skorunu ise hiç kullanmamıştır.

2. gözlemcinin geleneksel radyografi ve RVG bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.251 olduğu bulunmuştur. Bu da 2. gözlemcinin geleneksel radyografi ve RVG skorları arasında zayıf bir uyum olduğunu göstermektedir (Tablo 14).

2. gözlemcinin geleneksel radyografi ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. 2. gözlemcinin geleneksel radyografi ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımı.

Geleneksel Radyografi	Histoloji ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	60	87	33	4	184
1	16	23	14	7	60
2	—	4	—	1	5
3	—	—	—	1	1
Toplam	76	114	47	13	250

Tablo 18'de görüldüğü gibi 2. gözlemci hem geleneksel radyografi hem de histolojik değerlendirme ile 60 dişe 0, 23 dişe 1, 1 dişe 3 skorunu vermiş, iki değerlendirme metoduyla birlikte 2 skorunu ise hiç kullanmamıştır.

2. gözlemcinin geleneksel radyografi ve histolojik değerlendirme bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.002 olduğu bulunmuştur. Bu da 2. gözlemcinin geleneksel radyografi ve histolojik değerlendirme bulguları arasında uyum olmadığını göstermektedir (Tablo 14).

2. gözlemcinin RVG ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımına ilişkin bilgiler Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. 2. gözlemcinin RVG ve histolojik değerlendirme skorlarının dağılımı.

RVG	Histoloji ile Değerlendirme				Toplam
	0	1	2	3	
0	46	60	22	4	132
1	27	51	25	5	108
2	2	2	—	—	4
3	1	1	—	4	6
Toplam	76	114	47	13	250

Tablo 19'da görüldüğü gibi 2. gözlemcinin hem RVG hem de histolojik değerlendirme ile 46 dişe 0, 51 dişe 1 ve 4 dişe 3 skorunu vermiş, iki değerlendirme metoduyla birlikte 2 skorunu ise hiç kullanmamıştır.

2. gözlemcinin RVG ile histolojik değerlendirme bulguları arasındaki uyum kappa analizi ile değerlendirildiğinde, kappa katsayısının 0.066 olduğu bulunmuştur. Bu da 2. gözlemcinin RVG ve histolojik değerlendirme bulguları arasında uyum olmadığını göstermektedir (Tablo 14).

Başlangıç halindeki oklüzal çürüklerin teşhisinde Diagnodent ölçümlerinin gözle muayene, geleneksel radyografi, RVG ve histolojik değerlendirme bulguları arasındaki uyumu

Diagnodent ölçümleri ile diğer teşhis yöntemleri arasındaki ilişki tanımlayıcı istatistik (Diagnodent ölçümlerinin ortalamaları, en düşük ve en yüksek sayısal değerler ve standart sapmaları) verileri ile analiz edildi.

Her iki gözlemcinin 1.ve 2. Diagnodent ölçümlerinin gözle muayene skorlarına karşılık gelen ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ve standart sapmaları Tablo 20'de verilmiştir. Tablo'da görüldüğü gibi gözle muayenede çürük derinliği arttıkça (Skor 0 – 4 arasında) Diagnodent ölçümlerinin ortalama değerlerinin (1. gözlemcinin 1. ölçümü haricinde) artış gösterdiği tespit edildi.

Her iki gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin geleneksel radyografi skorlarına karşılık gelen ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ve standart sapmaları Tablo 21'de verilmiştir. Tablo'da görüldüğü gibi geleneksel radyografide çürük derinliği arttıkça (Skor 0 – 4 arasında) Diagnodent ölçümlerinin ortalama değerlerinin artış gösterdiği tespit edildi

Her iki gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin RVG skorlarına karşılık gelen ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ve standart sapmaları Tablo 22'de verilmiştir. Tablo'da görüldüğü gibi RVG'de çürük derinliği arttıkça (Skor 0 – 4 arasında) Diagnodent ölçümlerinin ortalama değerlerinin ilk iki skorda (skor 0 ve 1) birbirine yakın değerler gösterdiği, skor 3 ve 4 için 1. gözlemcinin Diagnodent ölçümlerinin ortalama değerlerinin artış gösterdiği, 2. gözlemcide ise ilk iki skora göre artış göstermesine rağmen 3 ve 4. skorlarda birbirine yakın değerler elde edildiği gözlemlendi.

Her iki gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin histolojik değerlendirme skorlarına karşılık gelen ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ve standart sapmaları Tablo 23'de verilmiştir. Tablo'da görüldüğü gibi histolojik değerlendirmede çürük derinliği arttıkça (Skor 0 – 4 arasında) Diagnodent ölçümlerinin ortalama değerlerinin ilk üç skorda (skor 0, 1 ve 2) birbirine yakın değerler gösterdiği, skor 4 ise belirgin bir artış olduğu tespit edildi.



Tablo 20. Her 2 gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin gözle muayene skorlarına karşılık gelen ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ve standart sapmaları

Gözlemciler	Gözle muayene skorları	Dış sayısı	1. Ölçüm				2. Ölçüm			
			Diagnodent ortalama değeri	En düşük Diagnodent değeri	En yüksek Diagnodent değeri	Standart sapma	Diagnodent ortalama değeri	En düşük Diagnodent değeri	En yüksek Diagnodent değeri	Standart sapma
1. gözlemci	0	160	22.53	2.00	99.00	17.41	22.39	3.00	99.00	17.25
	1	75	34.67	8.00	85.00	18.06	27.87	3.00	88.00	17.46
	2	10	43.10	19.00	99.00	24.61	46.60	12.00	92.00	25.36
	3	5	43.40	22.00	89.00	26.30	58.60	28.00	89.00	25.90
2. gözlemci	0	62	20.24	3.00	71.00	14.59	31.76	3.00	99.00	20.09
	1	125	30.58	6.00	99.00	17.03	38.24	3.00	99.00	18.26
	2	50	39.60	13.00	90.00	18.06	42.38	12.00	99.00	19.96
	3	13	49.46	27.00	81.00	16.82	44.46	28.00	79.00	15.71

Tablo 21. Her 2 gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin geleneksel radyografi skorlarına karşılık gelen ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ve standart sapmaları

Gözlemciler	Geleneksel radyografi skorları	Dış sayısı	1. Ölçüm				2. Ölçüm			
			Diagnodent ortalama değeri	En düşük Diagnodent değeri	En yüksek Diagnodent değeri	Standart sapma	Diagnodent ortalama değeri	En düşük Diagnodent değeri	En yüksek Diagnodent değeri	Standart sapma
1. gözlemci	0	186	25.85	2.00	99.00	18.74	24.45	3.00	99.00	18.54
	1	49	29.20	4.00	85.00	17.75	27.55	3.00	88.00	17.37
	2	6	31.33	8.00	59.00	16.59	27.83	10.00	60.00	19.34
	3	9	47.11	20.00	99.00	28.48	40.80	5.00	99.00	31.10
2. gözlemci	0	184	29.10	3.00	99.00	17.84	36.53	4.00	99.00	18.32
	1	60	34.52	4.00	90.00	19.26	41.17	7.00	99.00	21.52
	2	5	42.20	35.00	57.00	8.79	53.60	22.00	73.00	20.95
	3	1	65.00	65.00	65.00	0.00	61.00	61.00	61.00	0.00

Tablo 22. Her iki gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin RVG skorlarına karşılık gelen ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ve standart sapmaları.

Gözlemciler	RVG skorları	Dış sayısı	1. Ölçüm				2. Ölçüm			
			Diagnodent ortalama değeri	En düşük Diagnodent değeri	En yüksek Diagnodent değeri	Standart sapma	Diagnodent ortalama değeri	En düşük Diagnodent değeri	En yüksek Diagnodent değeri	Standart sapma
1. gözlemci	0	171	26.39	2.00	99.00	19.18	25.05	3.00	99.00	18.36
	1	63	26.63	4.00	85.00	17.08	28.83	5.00	88.00	16.13
	2	8	35.50	19.00	59.00	14.23	35.50	9.00	92.00	29.80
	3	8	47.10	21.00	99.00	29.90	45.50	5.00	99.00	30.20
2. gözlemci	0	132	29.55	3.00	99.00	18.13	38.14	10.00	99.00	18.99
	1	108	30.10	4.00	90.00	17.15	36.58	4.00	99.00	19.55
	2	4	52.75	33.00	70.00	16.86	51.50	33.00	77.00	21.30
	3	6	56.50	27.00	81.00	20.55	50.00	31.00	79.00	17.37

Tablo 23. Her iki gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin histolojik değerlendirme skorlarına karşılık ortalama, en düşük ve en yüksek değerleri ve standart sapmaları.

Gözlemciler	Histoloji skorları	Diş sayısı	1. Ölçüm				2. Ölçüm			
			Diagnodent ortalama değeri	En düşük Diagnodent değeri	En yüksek Diagnodent değeri	Standart sapma	Diagnodent ortalama değeri	En düşük Diagnodent değeri	En yüksek Diagnodent değeri	Standart sapma
1. gözlemci	0	76	22.93	2.00	90.00	17.59	20.87	4.00	73.00	15.71
	1	114	26.61	3.00	99.00	17.31	25.63	3.00	99.00	18.33
	2	47	29.66	4.00	99.00	20.10	26.23	3.00	92.00	18.22
	3	13	52.46	27.00	99.00	23.32	53.15	24.00	99.00	23.94
2. gözlemci	0	76	26.38	3.00	81.00	17.89	34.63	4.00	84.00	19.04
	1	114	30.15	6.00	99.00	17.01	38.13	7.00	99.00	18.60
	2	47	33.64	7.00	81.00	17.35	38.81	10.00	99.00	18.35
	3	13	52.15	24.00	90.00	20.86	52.92	22.00	99.00	23.06

Başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisinde gözle muayene, geleneksel radyografi ve RVG bulgularının spesifite ve sensitivite değerleri

Başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisinde gözle muayene, geleneksel radyografi ve RVG bulgularının spesifite ve sensitivite değerleri Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. Başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisinde gözle muayene, geleneksel radyografi ve RVG bulgularının spesifite ve sensitivite değerleri.

	I. Gözlemci			II. Gözlemci		
	Gözle Muayene	Geleneksel Radyografi	RVG	Gözle muayene	Geleneksel Radyografi	RVG
Spesifite	0.83	0.82	0.74	0.46	0.79	0.61
Sensitivite	0.44	0.29	0.34	0.85	0.29	0.51

Tablo 24'de görüldüğü gibi; 1. gözlemcinin her üç değerlendirme yönteminde de spesifite değerlerinin sensitivite değerlerinden yüksek olduğu, 2. gözlemcinin ise geleneksel radyografi ve RVG bulgularının da spesifite değerlerinin sensitivite değerlerinden yüksek olduğu ancak gözle muayene bulgularının spesifite değerinin sensitivite değerinden düşük olduğu gözlemlendi.

Diagnodent ölçümlerinin histolojik değerlendirme bulgularıyla uyumlulukları ve ölçüm değerlerinin spesifite ve sensitivite değerleri

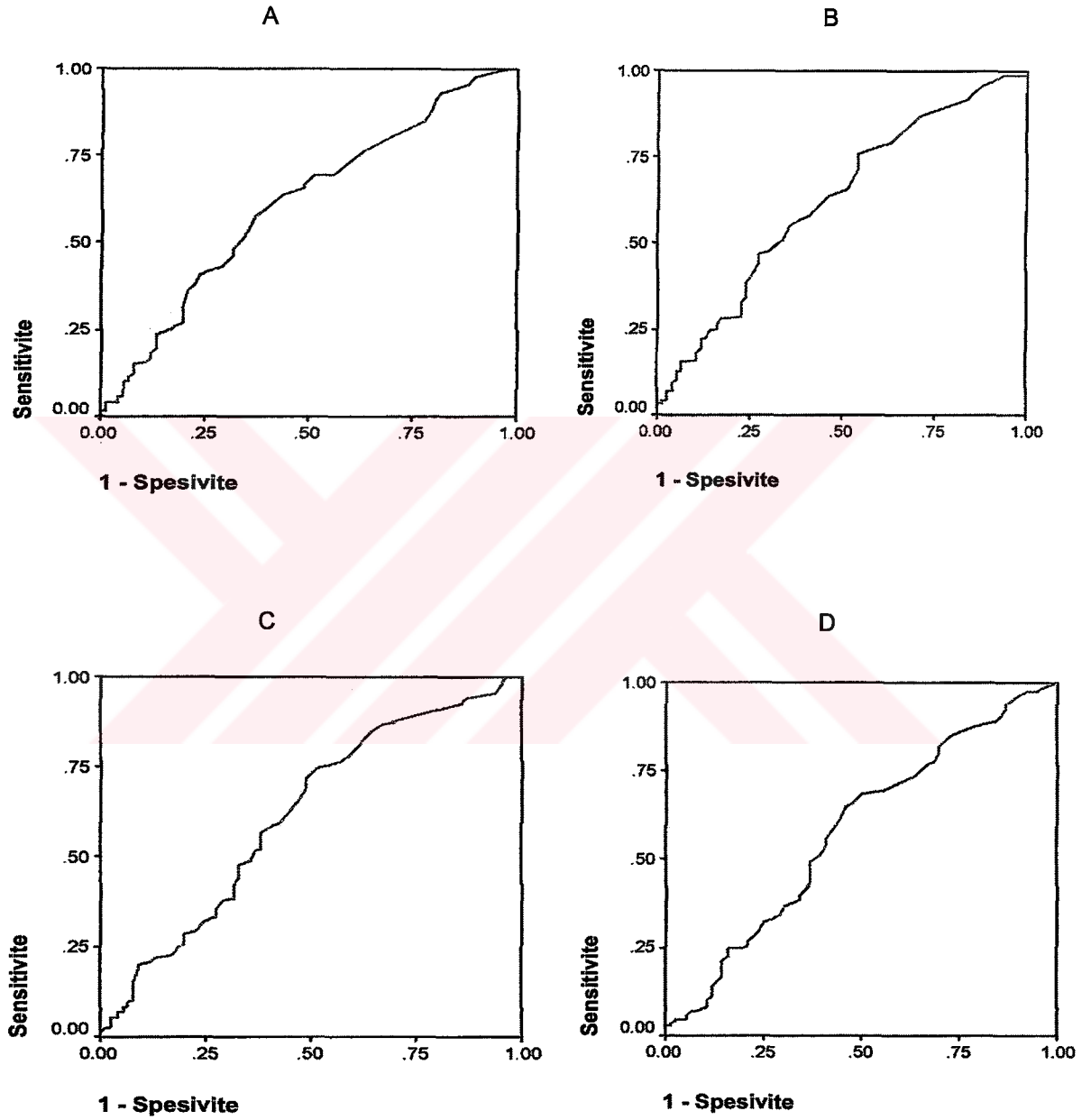
Diagnodent ölçümlerinin histolojik bulgularla uyumu ROC eğrileri çizilerek değerlendirildi. 1. ve 2. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin ROC eğrisi grafikleri Şekil 3 (A, B, C, D)'te verilmiştir.

1. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin ROC eğrisi altında kalan alan, standart hata ve olasılık değerleri (p) Tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 25. 1. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin ROC eğrisi altında kalan alan, standart hata ve olasılık değerleri (p).

1. Gözlemci / 1. Ölçüm			1. Gözlemci / 2. Ölçüm		
Eğri altındaki alan	Standart hata	Olasılık değeri (p)	Eğri altındaki alan	Standart hata	Olasılık değeri (p)
0.614	0.039	0.004	0.623	0.039	0.002
p< 0.05 - İstatistiksel olarak uyum mevcuttur.					

Tablo 25'de görüldüğü gibi, 1. gözlemcinin her iki Diagnodent ölçümleri arasındaki uyum ROC eğrisi ile değerlendirildiğinde eğri altındaki alanın 0.5'ten büyük olduğu ve bu sonucun istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı (p<0.05). Bu da 1. gözlemcinin her iki Diagnodent ölçümü ile histolojik değerlendirme arasında istatistiksel olarak uyumun olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. 1. gözlemcinin A - 1. Diagnodent ölçümlerinin, B - 2. Diagnodent ölçümlerinin, 2. gözlemcinin C - 1. Diagnodent ölçümlerinin, D - 2. Diagnodent ölçümlerinin ROC eğrisi grafikleri.

1. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin cihazın farklı ölçüm değerlerinin sensitivite ve spesifite değerleri Tablo 26'de verilmiştir.

Tablo 26. 1. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin cihazın farklı ölçüm değerlerinin sensitivite ve spesifite değerleri.

Diagnodent sınır değerleri	1. Gözlemci / 1. Ölçüm		1. Gözlemci / 2. Ölçüm	
	Sensitivite	Spesitivite	Sensitivite	Spesitivite
5	0.98	0.10	0.99	0.07
10	0.88	0.22	0.87	0.29
15	0.70	0.44	0.66	0.49
20	0.64	0.57	0.51	0.66
30	0.41	0.76	0.33	0.78
40	0.21	0.87	0.21	0.80
50	0.13	0.92	0.13	0.93
60	0.08	0.95	0.07	0.96
71	0.04	0.96	0.04	0.99
82	0.03	0.99	0.03	1.00
94	0.02	0.99	0.02	1.00
100	0.00	1.00	0.00	1.00

Tablo 26'da görüldüğü gibi Diagnodent ölçümleri en düşük sayısal değeri gösterdiğinde sensitivitenin en yüksek, spesifitenin ise en düşük değerler gösterdiği tespit edildi. Diğer bir deyişle, Diagnodent ölçümlerinin sayısal değerleri yükseldikçe sensitivite değeri düşmekte, spesifite değeri yükselmektedir. Diagnodent en büyük sayısal değeri gösterdiğinde ise sensitivitenin en düşük (0), spesifitenin en yüksek (1) değeri gösterdiği gözlemlendi.

2. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin ROC eğrisi altında kalan alan, standart hata ve olasılık değerleri (p) Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. 2. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin ROC eğrisi altında kalan alan, standart hata ve olasılık değerleri (p).

2. Gözlemci / 1. Ölçüm			2. Gözlemci / 2. Ölçüm		
Eğri altındaki alan	Standart hata	Olasılık değeri (p)	Eğri altındaki alan	Standart hata	Olasılık değeri (p)
0.616	0.04	0.003	0.581	0.04	0.042
p< 0.05 - İstatistiksel olarak uyum mevcuttur.					

Tablo 27'de görüldüğü gibi, 2. gözlemcinin her iki Diagnodent ölçümleri arasındaki uyum ROC eğrisi ile değerlendirildiğinde eğri altındaki alanın 0.5'ten büyük olduğu ve bu sonucun istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı ($p < 0.05$). Bu da 2. gözlemcinin her iki Diagnodent ölçümü ile histolojik değerlendirme arasında istatistiksel olarak uyumun olduğunu göstermektedir.

2. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin cihazın farklı ölçüm değerlerinin sensitivite ve spesifite değerleri Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. 2. gözlemcinin 1. ve 2. Diagnodent ölçümlerinin cihazın farklı ölçüm değerlerinin sensitivite ve spesifite değerleri.

Diagnodent sınır değerleri	2. Gözlemci / 1. Ölçüm		2. Gözlemci / 2. Ölçüm	
	Sensitivite	Spesitivite	Sensitivite	Spesitivite
5	1.00	0.04	1.00	0.01
10	0.92	0.15	0.98	0.04
15	0.85	0.35	0.92	0.13
20	0.72	0.51	0.85	0.28
30	0.48	0.67	0.65	0.54
40	0.29	0.67	0.40	0.54
50	0.19	0.91	0.25	0.80
60	0.08	0.95	0.13	0.88
70	0.03	0.97	0.07	0.93
80	0.11	1.00	0.03	0.98
94	0.06	1.00	0.02	1.00
100	0.00	1.00	0.00	1.00

Tablo 28'de görüldüğü gibi 2. gözlemcinin de 1. gözlemci gibi Diagnodent ölçümlerinin en düşük sayısal değeri gösterdiğinde sensitivitenin en yüksek, spesifitenin ise en düşük değerler gösterdiği, Diagnodent ölçümlerinin sayısal değerleri yükseldikçe sensitivite değerinin düştüğü, spesifite değerinin yükseldiği ve Diagnodent ölçümleri en büyük sayısal değeri gösterdiğinde sensitivitenin en düşük (0), spesifitenin ise en yüksek (1) değeri gösterdiği gözlemlendi.

Gözlemciler arasındaki uyum ve Diagnodent ölçümleri için aynı gözlemcinin farklı ölçümleri arasındaki uyum

Gözle muayene, geleneksel radyografi ve RVG ile yapılan değerlendirmelerin herbirinde gözlemciler arasındaki uyumu gösteren kappa katsayısının, gözle muayenede 0.138, geleneksel radyografide 0.437 ve RVG'de 0.259 olduğu tespit edildi. Bu da gözle muayene ve RVG ile yapılan değerlendirmelerde; gözlemciler arasında zayıf bir uyum olduğunu, geleneksel radyografide ise belirgin bir uyum olduğunu göstermektedir.

Diagnodent ölçümleri için gözlemciler arası ve aynı gözlemcinin farklı ölçümleri arasındaki uyum, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile istatistiksel olarak değerlendirildi. Sonuçta, Diagnodent ile yapılan ölçümlerde; gözlemciler arasındaki uyumunun yüksek olduğu (% 71), 1. gözlemcinin tekrar eden ölçümleri arasındaki uyumun % 55, 2. gözlemcinin tekrar eden ölçümleri arasındaki uyumun ise % 50 olduğu tespit edildi.

TARTIŞMA

Çürük dağılımındaki genel azalmaya rağmen, oklüzal çürük görülme oranı artmaktadır. Floridlerin remineralizasyon kapasitesine bağlı olarak klinikte sağlam olarak izlenen fissürlerin tabanlarında çürük mevcut olabilir. Gizli çürük (hidden caries) olarak adlandırılan bu tip çürükler, klinik olarak sağlam, kavitasyonsuz mine dokusu altında ilerleyen çürüğü tanımlar. Bu tip çürük lezyonlarının oranı çeşitli çalışmacılar tarafından % 15 ile % 50 arasında rapor edilmiştir^{8, 32}.

Oklüzal çürük teşhisinin doğru olarak yapılması, tedavi endikasyonu açısından önemlidir. Doğru teşhise varmak başarılı bir tedavi için temel ve vazgeçilmez bir basamaktır. Teşhis ilerlemiş lezyonlarda değil başlangıç lezyonlarında zordur. Sağlam mine tarafından maskelenmiş fissür çürükleri, son yıllarda dişhekimlerinin temel problemlerinden biri olarak vurgulanmaktadır. Bu tip çürüklerin gözden kaçırılması sonucunda çürük ilerleyip dişte yıkıma yol açarken, çürük mevcut değilken veya ilerlemesi durmuşken çürük olarak teşhis konulması da dişin gereksiz olarak restore edilmesi ile sonuçlanacaktır⁵².

Çürük teşhis yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinin temelini, teşhis için kullanılan metotların aynı dişler üzerinde uygulanıp sonuçların birbiriyle ve "altın standart" veya "referans değer" denen ve doğruluğundan kesin olarak emin olunan bir yöntemin sonuçları ile karşılaştırılması oluşturur^{12,40}. Çürük teşhisi çalışmalarında dişlerin çürük tespit edici boyalarla boyanması ve boyanın penetre olduğu alanların dişlerden kesitler alınarak steromikroskop ile tespit edilmesi veya çürük tespit edici boyalar kullanılmaksızın dişten kesitler alınarak mikroradyografi ile çürük lokalizasyonunun değerlendirilmesi altın standart olarak kabul edilmektedir^{11,42,44,82}. Biz de en güvenilir altın standart olarak kabul edilen histolojik değerlendirme yapabilmek amacıyla çalışmamızı in vitro olarak planladık.

Diş çürükleri klinik olarak teşhis edilemeyecek şekilde minenin demineralizasyonu ile başlar, bu aşamada meydana gelen değişiklikler opasitede artış, renklenme gibi çeşitli klinik kriterlerle tarif edilirken, gözle görünür kavitasyon oluşturduğunda çürük büyük olasılıkla dentin dokusuna ulaşmıştır⁸. Bu sebeple, çalışmamızda gözle görülür kavitasyonu olmayan dişler seçilmiştir.

Oklüzal çürük teşhisi uzun yıllar boyunca, debrislerin dişlerden dikkatlice uzaklaştırılmasının ardından yapılan gözle muayene ve buna ilave olarak kullanılan sivri uçlu bir sond yardımı ile yapılmıştır⁵². Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda, sond yardımı ile yapılan muayenenin oklüzal yüzeyde geri dönüşümsüz travmatik etkiler oluşturduğu ve karyojenik bakterileri fissürlerin derin noktalarına taşıdığı rapor edilmiş, bu nedenle fissürlerin sondlanması yıkıcı bir yöntem olarak değerlendirilmiştir^{10,75}. Ayrıca, sond kullanılarak yapılan oklüzal çürük teşhislerinin, kullanılmadan yapılanlara göre daha yanıltıcı olduğunu rapor eden çalışmalar mevcuttur^{40,54}. Bu sebeple çalışmamızda gözle muayene esnasında sond kullanmaksızın, debrislerin ve dışsal renklenmelerin uzaklaştırılmasının ardından sadece ayna, reflektör ışığı ve hava spreyi kullanarak gözle muayenelerimizi gerçekleştirdik.

Ara yüz çürüğü teşhisinde radyografi kullanımının avantajları artık kabul edilmiş olmasına rağmen, erken mine çürüğü teşhisinde tüberküllerdeki sağlam minenin superpoze olması sebebi ile yetersiz olduğu rapor edilmiştir^{77,79}. Buna rağmen özellikle bite-wing radyografi, başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisi için klinik muayeneyle birlikte kullanılabilecek bir teşhis yöntemi olarak önerilmiştir⁵⁷.

Kullanılan radyasyon dozunu belirgin şekilde azaltması ve banyo için gerekli zaman ve donanımı ortadan kaldırması gerekçesiyle tercih edilebilecek direkt dijital radyografi teknikleri de çürük teşhisi açısından değerlendirilmiş ve bu konuda çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca tekniğin bilgisayar programı özelliklerine bağlı olarak

görüntü geliştirme özelliklerinin de çürük mevcudiyetinin ve sınırlarının izlenmesinde avantaj sağladığı rapor edilmiştir^{61,83,84}.

Başlangıç oklüzal yüzey çürüklerinin gerek oklüzal yüzeylerin morfolojik özellikleri gerekse çürük gelişiminin florid kullanımına bağlı olarak değişmesi ile birlikte gün geçtikçe zor bir klinik olgu olarak kabul edilmesi, araştırmacıları bu konu üzerinde çalışmaya yönlendirmiş ve doğru teşhis oranını arttırdığı söylenen pek çok yeni yöntem ileri sürülmüştür. Bunlardan biri de uzun yıllardır bilinen ışık floresansı temeline dayanan lazer floresansıdır. Kantitatif ışık ve lazer floresansı çalışmalarının ardından kırmızı ışık floresansı prensibiyle çalışan ve piyasaya sunulmuş ilk ve tek lazer floresans cihazı Diagnodent'tir. Yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalarda cihazın, yüksek tekrar edilebilirlik ve oklüzal çürük teşhisinde başarı vaat eden sonuçlar gösterdiği rapor edilmiştir^{43,44,63,64}.

Bu tez çalışmasında, başlangıç oklüzal çürüklerin teşhisinde gözle muayene, geleneksel radyografi ve direkt dijital radyografinin etkinliklerini değerlendirerek, sonuçlarımızı yeni bir cihaz olan Diagnodent ölçüm sonuçları ile karşılaştırmayı, cihazın üretici firma ve daha önce yayınlanmış sınırlı sayıdaki çalışmaların vaat ettiği yüksek başarı oranını değerlendirmeyi ve sonuçta son yıllarda özellikle gelişmiş toplumlarca klinik bir problem olduğu beyan edilen başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisi için geliştirilmiş bu lazer floresans cihazını klinik kullanıma sunulması amaçlandı.

Test edilen cihaz yada yöntemin güvenilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmalar, ölçümleri birden çok gözlemcinin standart koşullar altında ve gerekli durumlarda eğitim aldıktan sonra gerçekleştirmesi cihazın yada yöntemin tekrar edilebilirliğinin değerlendirilmesi ve cihaz yada yöntemin lezyon takibi açısından kullanılabilmesinin önerilmesi açısından önemlidir ve bu amaçla yapılan çalışmalarda farklı gözlemcilerin ölçümleri ve aynı gözlemcinin tekrar eden ölçümleri arasında farklılıklar olduğu rapor edilmiştir^{41,86}. Biz de çalışmamızda bu amaçla, tüm

değerlendirmelerimizi, standart koşullar altında ve standart kriterler kullanarak ve ölçümlerini birbirinden bağımsız olarak yapan iki gözlemci ile gerçekleştirdik. Ayrıca cihazın aynı gözlemcinin tekrar eden ölçümlerindeki güvenilirliğini test etmek amacıyla Diagnodent ölçümleri her gözlemci tarafından iki kez tekrarlandı. Ancak, gözlemciler arasındaki farklılıkların daha net ortaya konabilmesi ve etkenlerin araştırılabilmesi için, farklı branşlarda uzmanlaşmış ve pratisyen dişhekimlerinin de dahil edildiği başka çalışmalar yapılmalıdır.

Çalışmamızda, gözle muayene ile geleneksel radyografi ve gözle muayene ile RVG değerlendirme yöntemleri arasındaki uyuma bakıldığında, 1. gözlemcide gözle muayene ve geleneksel radyografi arasındaki uyumu gösteren Kappa katsayısının 0.163, gözle muayene ve RVG arasındaki uyumu gösteren Kappa katsayısının 0.134 olduğu görüldü. Bu katsayıların 0.10 ile 0.40 arasında olması, 1. gözlemcinin gözle muayene ile geleneksel radyografi ve gözle muayene ile RVG değerlendirme yöntemleri arasında zayıf bir uyum olduğunu göstermektedir. 2. gözlemcide ise gözle muayene ve geleneksel radyografi arasındaki uyumu gösteren Kappa katsayısının 0.071, gözle muayene ve RVG arasındaki uyumu gösteren kappa katsayısının 0.093 olduğu görüldü. Bu katsayı değerlerinin 0.10'dan küçük olması, 2. gözlemcinin gözle muayene ile geleneksel radyografi ve gözle muayene ile RVG değerlendirme yöntemleri arasında uyum olmadığını ifade etmektedir. Ketley ve Holt³⁰ ve Lussi⁴¹ de, gözle muayene ve bite-wing radyografi yöntemlerinin kavitasyon göstermeyen oklüzal çürük teşhisinde tek başlarına yetersiz kaldığını ancak bu iki yöntemin birlikte kullanılmasının doğru teşhis oranını arttırdığını bildirmişlerdir.

Gözle muayene ve referans değerimiz olan histolojik değerlendirme bulguları arasındaki ilişki incelendiğinde, kappa katsayısı 1. gözlemci için 0.146, 2. gözlemci için 0.269 olarak elde edildi. 1. gözlemci gözle muayene ile 160 dişe 0, 75 dişe 1, 10 dişe 2 ve 5 dişe 3 skorunu verirken, 2. gözlemci gözle muayene ile 62 dişe 0, 125

diş 1, 50 diş 2 ve 13 diş 3 skorunu vermiştir. Histolojik değerlendirmede ise 76 diş 0 (sağlam), 114 diş 1 (mine çürüğü), 47 diş 2 (mine – dentin sınırında izlenen çürük) ve 13 diş 3 (dentin çürüğü) ile skorlanmıştır.

1. gözlemci gözle muayenede 0 olarak skorladığı dişlerin 75 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 1, 22 tanesine de skor 2 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 0 olarak skorladığı dişlerin 13 tanesine gözle muayenede skor 1, gözle muayenede 1 ile skorladığı dişlerin 13 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 0, 19 tanesine skor 2 ve 6 tanesine de skor 3 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 1 olarak skorladığı dişlerin 75 tanesine gözle muayenede skor 0 ve 2 tanesine de skor 2 vermiştir. Gözle muayenede 2 ile skorladığı dişlerin 2 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 1 ve 3 tanesine de skor 3, histolojik değerlendirme ile 2 olarak skorladığı dişlerin 22 tanesine gözle muayenede skor 0, 19 tanesine skor 1 ve 6 tanesine de skor 3 vermiştir. Gözle muayenede 3 ile skorladığı dişlerin 1 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 2, histolojik değerlendirme ile 3 olarak skorlanan dişlerin 6 tanesine gözle muayenede skor 1 ve 3 tanesine de skor 2 vermiştir.

2. gözlemci gözle muayenede 0 olarak skorladığı dişlerin 20 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 1 ve 7 tanesine de skor 2, histolojik değerlendirme ile 0 olarak skorladığı dişlerin 29 tanesine gözle muayenede skor 1, 10 tanesine skor 2 ve 2 tanesine de skor 3 vermiştir. Gözle muayenede 1 ile skorladığı dişlerin 29 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 0, 20 tanesine skor 2 ve 2 tanesine de skor 3 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 1 olarak skorladığı dişlerin 20 tanesine gözle muayenede skor 0, 16 tanesine skor 2 ve 4 tanesine de skor 3 vermiştir. Gözle muayenede 2 ile skorladığı dişlerin 10 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 0, 16 tanesine skor 1 ve 7 tanesine de skor 3 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 2 olarak skorladığı dişlerin 7 tanesine gözle muayenede skor 0, 20 tanesine skor 1 ve 6 tanesine de skor 3 vermiştir. Gözle muayenede 3 ile skorladığı dişlerin 2 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 0, 4

tanesine skor 1 ve 3 tanesine de skor 4 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 3 olarak skorladığı dişlerin 2 tanesine gözle muayenede skor 1 ve 7 tanesine de skor 2 vermiştir.

Bu bulgular da her iki gözlemcide de gözle muayene ve histolojik değerlendirme bulguları arasında (özellikle de 0 olarak skorlanan sağlam dişlerin ayırt edilmesinde) zayıf bir uyum olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlarımız başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisinde gözle muayenenin doğru teşhis için tek başına yeterli olmadığını belirten El-Housseiny ve Jamjoum⁹, Hintze ve arkadaşları²⁷ ve Verdonschot ve arkadaşları⁷⁷'nin çalışma bulgularıyla uyumludur.

Geleneksel radyografi ve RVG yöntemleri arasındaki uyumu gösteren kappa katsayısı, 1. gözlemci için 0.445, 2. gözlemci için ise 0.256 olarak elde edildi. 1. gözlemci geleneksel radyografi ile toplam 186 dişe 0, 49 dişe 1, 6 dişe 2 ve 9 dişe 3 skoru vermişken, RVG ile toplam 171 dişe 0, 63 dişe 1, 8 dişe 2 ve 8 dişe 3 skorunu vermiştir. 2. gözlemci ise geleneksel radyografi ile toplam 184 dişe 0, 60 dişe 1, 5 dişe 2 ve 1 dişe 3 skoru vermişken, RVG ile toplam 132 dişe 0, 108 dişe 1, 4 dişe 2 ve 6 dişe 3 skorunu vermiştir.

1. gözlemci geleneksel radyografide 0 olarak skorladığı dişlerin 33 tanesine RVG ile skor 1, 2 tanesine de skor 2, RVG ile 0 olarak skorladığı dişlerin 20 tanesine geleneksel radyografi ile skor 1, geleneksel radyografide 1 ile skorladığı dişlerin 20 tanesine RVG ile skor 0, 1 tanesine skor 2 ve 1 tanesine de skor 3 vermiştir. RVG ile 1 olarak skorladığı dişlerin 33 tanesine geleneksel radyografide skor 0, 2 tanesine skor 2 ve 1 tanesine de skor 3 vermiştir. Geleneksel radyografide 2 ile skorladığı dişlerin 2 tanesine RVG ile skor 1, RVG ile 2 olarak skorladığı dişlerin 2 tanesine geleneksel radyografide skor 0, 1 tanesine skor 1 ve 1 tanesine de skor 3 vermiştir. Geleneksel radyografide 3 ile skorladığı dişlerin 1 tanesine RVG ile skor 1 ve 1 tanesine de skor 2, RVG'de 3 olarak skorladığı dişlerin 1 tanesine geleneksel radyografide skor 1 vermiştir.

2. gözlemci geleneksel radyografide 0 olarak skorladığı dişlerin 66 tanesine RVG ile skor 1, 1 tanesine skor 2 ve 1 tanesine skor 3 vermiştir. RVG ile 0 olarak skorladığı dişlerin 16 tanesine geleneksel radyografide skor 1 vermiştir. Geleneksel radyografide 1 ile skorladığı dişlerin 16 tanesine RVG ile skor 0, 3 tanesine skor 2 ve 3 tanesine de skor 3 vermiştir. RVG ile 1 olarak skorladığı dişlerin 66 tanesine geleneksel radyografide skor 0 ve 4 tanesine de skor 2 vermiştir. Geleneksel radyografide 2 ile skorladığı dişlerin 4 tanesine RVG ile skor 1 ve 1 tanesine de skor 3 vermiştir. RVG ile 2 olarak skorladığı dişlerin 1 tanesine geleneksel radyografide skor 0 ve 3 tanesine de skor 1 vermiştir. Geleneksel radyografide 3 ile skorladığı 1 dişi RVG'de de 3 ile skorlamıştır. RVG ile 3 olarak skorladığı dişlerin 1 tanesine geleneksel radyografide skor 0, 3 tanesine skor 1 ve 1 tanesine de skor 2 vermiştir.

Bu bulgular geleneksel radyografi ve RVG bulguları arasında 1. gözlemci için belirgin, 2. gözlemci için zayıf bir uyum olduğunu ifade etmektedir. Bu bulgularımız, oklüzal çürük teşhisinde radyografik yöntemlerin doğru teşhis oranını artırmasının ancak çürük dentine ilerlemişse mümkün olduğunu bildiren Espelid ve arkadaşları¹²'nin çalışma bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Geleneksel radyografi ve histolojik değerlendirme bulguları arasındaki ilişkiyi gösteren Kappa katsayısının 1. gözlemcide 0.033, 2. gözlemcide 0.002 olduğu görüldü. RVG bulgularıyla ile histolojik değerlendirme bulguları arasındaki uyuma bakıldığında ise Kappa katsayısının 1. gözlemcide 0.010, 2. gözlemcide 0.066 olduğu görüldü.

1. gözlemci geleneksel radyografide 0 olarak skorladığı dişlerin 89 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 1, 32 tanesine skor 2 ve 3 tanesine de skor 3 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 0 olarak skorladığı dişlerin 12 tanesine geleneksel radyografide skor 1, 1 tanesine skor 2 ve 1 tanesine de skor 3 vermiştir. Geleneksel

radyografide 1 olarak skorladığı dişlerin 12 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 0, 13 tanesine skor 2 ve 5 tanesine de skor 3, histolojik değerlendirme ile 1 olarak skorladığı dişlerin 89 tanesine geleneksel radyografide skor 0, 3 tanesine skor 2 ve 3 tanesine de skor 3 vermiştir. Geleneksel radyografide 2 olarak skorladığı dişlerin 1 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 0, 3 tanesine skor 1 ve 1 tanesine de skor 3 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 2 olarak skorladığı dişlerin 32 tanesine geleneksel radyografide skor 0, 13 tanesine skor 1, 1 tanesine skor 2 ve 1 tanesine de skor 3 vermiştir. Geleneksel radyografide 3 ile skorladığı dişlerin 1 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 0, 3 tanesine skor 1 ve 1 tanesine de skor 2 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 3 olarak skorladığı dişlerin 3 tanesine geleneksel radyografide skor 0, 5 tanesine skor 1 ve 1 tanesine de skor 2 vermiştir.

2. gözlemci geleneksel radyografide 0 olarak skorladığı dişlerin 87 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 1, 33 tanesine skor 2 ve 4 tanesine skor 3, histolojik değerlendirme ile 0 olarak skorladığı dişlerin 16 tanesine geleneksel radyografide skor 1 vermiştir. Geleneksel radyografide 1 olarak skorladığı dişlerin 16 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 0, 14 tanesine skor 2 ve 7 tanesine de skor 3, histolojik değerlendirme ile 1 olarak skorlanan dişlerin 87 tanesine geleneksel radyografide skor 0, 4 tanesine skor 2 vermiştir. Geleneksel radyografide 2 olarak skorladığı dişlerin 4 tanesine histolojik değerlendirme ile skor 1 ve 1 tanesine de skor 3 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 2 olarak skorladığı dişlerin 33 tanesine geleneksel radyografide skor 0 ve 14 tanesine de skor 1 vermiştir. Histolojik değerlendirme ile 3 olarak skorladığı dişlerin 4 tanesine geleneksel radyografide skor 0, 7 tanesine skor 1 ve 1 tanesine de skor 2 vermiştir.

Bu da her iki gözlemcinin hem geleneksel radyografi hem de RVG bulguları ile histolojik değerlendirme bulguları arasında uyum olmadığını göstermektedir. Bu bulgularımız bite-wing radyografinin oklüzal çürük teşhisinde etkin olduğunu rapor

eden çalışmalar ile uyumsuzdur^{41,85}. Buna rağmen, çalışmada kullandığımız 250 adet dişin sadece 13 tanesinde histolojik olarak dentin çürüğü bulunduğu göz önüne alınacak olursa, Wenzel ve Fejerskov⁸⁴un çalışma sonuçlarında belirttiği gibi oklüzal çürükler dentine ilerlediklerinde bite-wing radyografide gözlenmelerinin belirgin oranda arttığı sonucu ile uyumlu olarak değerlendirilebilir.

Diagnodent ölçüm sonuçlarının gözle muayene, geleneksel radyografi, RVG ve histolojik değerlendirme sonuçları ile karşılaştırılmasında, Diagnodent verilerinin geniş dağılım göstermesi sebebiyle istatistiksel analizinde tanımlayıcı istatistik yöntemi kullanıldı. Bu sonuçlara bakıldığında; çürük derinliği arttıkça, cihazın ortalama sayısal değerinin de bir miktar arttığını görmekteyiz. Bu artış özellikle dentin çürüğü tanısında daha belirgindir. Bu sonuç, cihazın derin dentin çürüğünü ayırt etmede daha etkin performans gösterdiğini rapor eden Lussi ve arkadaşları⁴³, Shi ve arkadaşları⁶⁴ ve Toraman ve Bala⁷³ın çalışma bulgularıyla uyumludur.

0 skoru için cihaz ile ölçülen değerler yaklaşık 3 - 99, 1 skoru için 4 - 99, 2 skoru için 7 - 99 ve 3 skoru için 20 - 99 arasında değiştiği gözlenmektedir. Cihaz ölçüm verilerinin bu geniş dağılımı Lussi ve arkadaşlarının⁴⁴, mine çürüğü ve yüzeyel dentin çürüğü için 7 - 100 ve derin dentin çürüğü için 12 - 100 arasında Diagnodent değeri aldıklarını belirttikleri çalışma sonuçları ile uyum göstermektedir. Araştırmacılar aldıkları bu sonuçların, cihazın derin dentin çürüğü ve yüzeyel dentin çürüğü ile mine çürüğü arasındaki ayırımını yapmada yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızın sonuçları da, cihazın çürük derinliğini ayırt etmede yeterli hassasiyete sahip olmadığını göstermektedir. Ayrıca standart sapmaların yüksek olduğu göz önünde bulundurulacak olursa, cihazın sağlam diş yüzeyini ayırt etmede güvenilir olmadığını söyleyebiliriz. Lussi ve arkadaşları⁴³ başka bir çalışmalarında Diagnodent cihazının, sağlam mine ile minenin diş yarısında bulunan başlangıç lezyonlarını ayırt edemediği için, bu iki skoru birleştirdiklerini rapor etmişlerdir.

Diagnodent ile ölçümler alınırken diş yüzeyindeki yumuşak doku artıklarının yanısıra oklüzal yüzeylerdeki dışsal renklenmelerin de pomza ve fırça yardımıyla temizlenmesine özen gösterildi. Çünkü Diagnodent cihazı renklenme, debris veya kalkulus varlığına oldukça hassas olup, dikkat edilmezse mine veya dentin yapısında değişiklik varmış gibi sinyal verebilmektedir^{38,43,63,64,81}. Bu durum cihazın klinik pratik kullanımında dezavantaj sayılabilir. Cihazın temel çalışma prensibi, çürük lezyonunun çevre sağlam dokuya göre lazer ışınını farklı absorbe etmesi ve saçmasıdır¹⁷.⁶⁴. Yöntemin en önemli kısıtlaması, yüksek sinyalin dişte meydana gelmiş herhangi bir yapısal değişimden kaynaklanabilmesidir. Bu değişim çürük olabileceği gibi, diş gelişimi veya mineralizasyonunda bozukluk, kalkulus veya organik artıklar nedeniyle de olabilir⁶⁴. Nitekim, Sheey ve arkadaşları⁶³ yaptıkları bir çalışmada, yüksek Diagnodent değeri aldıkları yedi diş yüzeyinden ikisinin hipomineralizasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir. Bu sebeple Diagnodent ile çürük taraması yapılırken, dikkatli klinik muayenenin yanısıra, klinik tecrübenin de gerekli olduğunu düşünmekteyiz.

İn vitro çalışmalarda Diagnodent ile yapılan ölçümler üzerinde dişlerin kuru veya nemli olmasında sonuçları etkileyebilir. Nitekim, Lussi ve arkadaşları⁴³, Mendes ve arkadaşları⁴⁸, Shi ve arkadaşları⁶⁴ ve Toraman ve Bala⁷³'da Diagnodent ölçümlerinin dişlerin nemli veya kuru olmasından etkilendiğini, dişler nemli iken yapılan ölçümlerin histolojik değerlendirme ölçümleriyle daha belirgin uyum gösterdiğini, dişler kurutulduktan sonra yapılan ölçümlerde ise sayısal değerlerin belirgin şekilde yükseldiğini rapor etmişlerdir. Bu sebepten dolayı çalışmamızda Diagnodent ölçümleri dişler formolden çıkartıldıktan sonra nemli iken gerçekleştirildi.

Shi ve arkadaşları⁶⁶ çalışmalarında cihazın lezyon derinliğinden çok lezyon hacmine duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Shi ve arkadaşlarının⁶⁷ bir diğer çalışma sonuçlarında ise cihazın mineral kaybından ziyade lezyon derinliğinin saptanmasında etkili olduğunu ve minör çürük değişikliklerinin belirlenmesinde yetersiz kaldığını

bildirmişlerdir. Hibst ve Gall²⁵ da Diagnodent değerlerinin, dişin yapısındaki inorganik materyalden ziyade organik materyaldeki değişiklikleri yansıttığını rapor etmişlerdir. Bütün bu farklı görüşler, cihazın ölçtüğü değer in yükselme mekanizmasının tam olarak anlaşılamadığı ve değer in yükselmesinin pek çok nedeni olabileceğini ortaya çıkarmaktadır. Bu da, yüksek değer alındığında nedenlerin iyi araştırılması gerektiğini göstermektedir.

Teşhis yöntemlerinin etkililiğinin ifadesinde kullanılan bir istatistiksel yöntem de yöntemlerin spesifite ve sensitivite değerlerinin hesaplanmasıdır. Spesifite, "hastalık tanısı konulmuş olan vakaya değerlendirilen yöntem ile "hastalık var" yanıtının verilme oranıdır", sensitivite ise "gerçekte sağlıklı olan ve değerlendirilen yöntemle "sağlıklı" olarak sınıflandırılan yanıtların oranıdır" şeklinde tanımlanmaktadır⁷⁷.

Çalışmada gözle muayene yönteminin spesifite değerinin 1. gözlemci de 0.83, 2. gözlemci de 0.46 olduğu, sensitivite değerinin ise 1. gözlemci de 0.44 ve 2. gözlemci de 0.85 olduğu gözlemlendi. Bu 1. gözlemcinin gözle muayenesinin sağlam dişleri doğru teşhis etmede yeterli, çürük dişleri doğru teşhis etmede yetersiz olduğu anlamına gelmektedir. Bunun nedeni, oklüzal çürüklerin dişte görünür bir kavitasyon oluşturmadan fissürlerin altında dentin lezyonu oluşturabileceğini bildiren Creanor ve arkadaşları⁸, Weerheijm ve arkadaşları⁷⁹ ve Welsh ve arkadaşları⁸¹'nin çalışma bulguları ile açıklanabilir. 2. gözlemcinin sonuçları ise sağlam dişlerin çürük olarak değerlendirdiğini yani yanlış pozitif oranının yüksek olduğunu, çürük dişleri doğru olarak teşhis etmede ise başarılı olduğunu görmekteyiz. Bu da oklüzal yüzeylerdeki renklemelerin gözle muayene esnasında yanıltıcı olabileceğini söyleyen Francescut ve Lussi²⁰'nin araştırma bulguları ile açıklanabilir.

Geleneksel radyografi yönteminin spesifite değerinin 1. gözlemci için 0.82 ve 2. gözlemci için 0.79 olduğu, sensitivite değerinin ise her iki gözlemci için de 0.29

olduğu bulunmuştur. Bu sonuca göre geleneksel radyografinin oklüzal çürük teşhisinde sağlam dişleri ayırt etmede yeterli, çürük dişleri doğru teşhis etmede ise yetersiz olduğu söylenebilir. Bu sonucumuz Wenzel ve arkadaşlarının⁸², Wenzel ve arkadaşlarının⁸³ ve Wenzel ve Fejerskov⁸⁴'un çalışma sonuçları ile uyumludur.

RVG değerlendirme yönteminin spesifite değerinin 1. gözlemci için 0.74 ve 2. gözlemci için 0.61, sensitivite değerinin ise 1. gözlemci için 0.34 ve 2. gözlemci için 0.51 olduğu gözlemlendi. RVG ile başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisinde sensitivite değerinin artması, RVG'nin geleneksel radyografiye kıyasla çürük dişleri doğru teşhis etmede daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bu sonucun, programın görüntü geliştirme özelliklerinin sağladığı avantaj sonucu geliştiğini düşünmekteyiz. Bu da Wenzel ve arkadaşlarının⁸³ çalışma sonuçları ile uyumludur.

Diagnodent ölçümlerinin altın standart olan histoloji değerlendirme sonuçlarına göre uyumu ROC analizi ile değerlendirildi. Her iki gözlemcinin her iki ölçüm sonuçları için de ROC eğrisi altında kalan alan 0.5'ten büyük, olasılık değeri ise 0.5' ten küçük olduğu için cihazın ölçümlerinin histoloji sonuçlarıyla uyumlu olduğu gözlenmiştir. Referans değer skorlarından 0 sağlam, 1, 2 ve 3 skorları ise çürük olarak değerlendirilmiştir. Yani bulunan bu uyum çürük varlığını tespit etmedeki uyum olarak değerlendirilmelidir. Bu bulgumuz Diagnodent cihazının etkinliğini değerlendiren El-Housseiny ve Jamjoum⁹, Longbottom ve arkadaşları³⁸, Lussi ve arkadaşları⁴³ ve Toraman ve Bala⁷³ 'nın çalışma sonuçları ile uyumludur.

Diagnodent'in farklı ölçüm değerlerinin sensitivite ve spesifite değerleri incelendiğinde, ölçüm değeri en düşük iken sensitivite değerinin en yüksek ve spesifite değerinin ise en düşük olduğu, ölçüm değeri yükseldikçe sensitivite değerinin giderek düşmekte spesifite değerinin ise artmakta olduğu gözlemlendi. Sensitivite çürük varlığının doğru olarak teşhis edilmesi, spesifite de sağlam dokunun doğru olarak teşhis edilmesi

olduğuna göre sensitivite yüksek, spesifite düşük olduğunda yanlış pozitif cevap oranı yüksek demektir, aynı şekilde spesifite yüksek, sensitivite düşükken yanlış negatif oranı artmış demektir. İdeal bir teşhis yönteminde her iki kriterin de % 100 olması gereklidir. Klinikte kullanılan yöntemlerin hemen hepsinde birinin artması diğerinin düşmesiyle sonuçlanmaktadır¹⁸. Bu durumda spesifitesi yüksek olan yöntemler tercih edilmelidir. Çünkü spesifitenin yüksek olması yanlış pozitif oranının düşük olmasını ifade eder ve böylece geri dönüşü mümkün olmayan gereksiz restorasyonlar önlenmiş olur^{41,74}. Diagnodent'in ölçüm değerlerinden elde edilen spesifite değerlerine göre, Diagnodent cihazında sayısal olarak elde edilen 20'li değerlerde spesifite % 50 civarında iken, değer 30'lu değerlere yükseldiğinde spesifite % 75, 40'lı değerlerde % 85 ve 50'li değerlerde ise % 90 civarında gözlenmektedir. Bunun anlamı, cihaz 30 ve yukarı sayısal değer okuduğunda dişte çürük mevcut olma olasılığı giderek artmaktadır, yani yanlış pozitif sonuç alma oranı düşmektedir. Bu sonuçlara göre, üretici firmanın iddia ettiği sınır değerler, dentin çürüğü için geçerli olmakla beraber cihaz mine çürüğünü ayırt etmekte yetersizdir.

El-Housseiny ve Jamjoum⁹ dişlerdeki renklemeler ve fissür tiplerinde Diagnodent sonuçlarını spesifitesini etkilediğini, dişlerdeki koyu renk renklemelerin spesifiteyi ciddi oranda düşürürken, opasitede ki artışın spesifite değerlerini bir miktar düşürdüğünü bildirmişlerdir. Fissür tiplerine bakıldığında ise sığ fissürlerde spesifite ve sensitivite % 100 civarında, geniş - derin fissürlerde sensitivite % 100, spesifite % 46 iken dar - derin fissürlerde sensitivitenin % 90, spesifitenin de % 25'e düştüğü rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda kullandığımız dişler, dışsal renklemelerden arındırılmak amacıyla pomza ve fırça yardımı ile temizlenmekle beraber, fissür derinliklerinde ulaşılamayan renklemeler, başlangıç mine çürüğü bulgusu olan opak alanlar ve tıpkı klinikte karşılaştığımız gibi farklı fissür tipleri içermekte idi. Bunlar, cihazın başlangıç çürüklerini ayırt etmede başarısız olması ve bu tip çürükleri ve sağlam yüzeyleri ayırt etmesinin gerektiği 10 ve 30'lu değerlerde yüksek oranda yanlış pozitif cevap almamızın gerekçeleri

olabilir. Diğer yandan bu koşulların cihazın klinik kullanımında da problem olarak karşımıza çıkacağını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda kullandığımız yöntemlerin gözlemciler arası uyumunun değerlendirilmesi sonucunda, gözle muayene, geleneksel radyografi ve RVG ile değerlendirme sonuçlarının Kappa katsayılarının 0'dan büyük olması sebebiyle gözlemciler arasında uyum olduğu söylenebilmekle birlikte, geleneksel radyografi ile değerlendirmede bu uyumun belirgin, gözle muayene ve RVG ile değerlendirmede ise zayıf olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçların, gözle muayene kriterlerinin her ne kadar detaylı belirlenmesi yapılsa da subjektif olması ve gözlemcinin yorumuna dayalı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bu görüşümüz, fissürlerin klinik görüntüsünün, mine altındaki çürük lezyonunun varlığı veya sınırları ile direkt ilişkili olmadığını bildiren Francescut ve Lussi²⁰ ve kahverengi veya opak renk değişimi gösteren bazı oklüzal yüzeylerin histolojik olarak sağlam olduğunu rapor eden Tviet ve arkadaşları⁷⁴'nın çalışmalarıyla desteklenmektedir. Radyolojik değerlendirme esnasında farklı radyolusenst alanlarının yorumlanmasının gözlemcinin deneyimlerine bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Espelid ve arkadaşları¹² oklüzal çürük teşhisi esnasında mine - dentin sınırının radyografik olarak ayırt edilmesinin teşhisin doğruluğu üzerinde ciddi etkisi olduğunu, bu bölgede ışının opak mine dokusu ile daha az opak olan dentin dokusu arasından geçmesi esnasında yanıltıcı radyolusent bir görüntü oluştuğunu rapor etmişlerdir. RVG ile değerlendirme sonuçlarının uyumunun geleneksel radyografiye oranla daha düşük olmasını, gözlemcilerin görüntü geliştirme özelliklerini birbirinden bağımsız olarak her bir gözlemcinin kendi gereksinimine göre kullanmasından ileri gelmiş olabilir. Gözlemciler arasındaki uyumu düşürmesine rağmen, görüntü geliştirme özelliklerinin altın standart olan histolojik değerlendirme ile uyumu artırması nedeni ile kullanılmasının önerilebileceği kanısındayız.

Diagnodent ölçümlerinin gözlemciler arasındaki uyumun incelenmesi sonucunda, gözlemciler arasında % 71 oranında bir uyum olduğu gözlenmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuç, Lussi ve arkadaşları⁴³ ve Pinelli ve arkadaşlarının⁵⁵ sonuçları ile uyum göstermektedir.

Aynı gözlemcinin tekrar eden ölçümleri arasındaki uyum incelendiğinde ise tekrar eden ölçümler arasında 1. gözlemci için % 55, 2. gözlemci için % 50 oranında bir uyumun olduğu gözlemlendi. Bu bulgumuz cihazın daha yüksek tekrar edebilme özelliği gösterdiğini belirten Lussi ve arkadaşları⁴³ ve Shi ve arkadaşları⁶⁴'nın çalışma bulgularından farklıdır. Bu da çalışmamız ile araştırmacıların çalışmamalarının materyal ve metodları (kullanılan diş sayısı, saklanma şartları ve dişlerin ölçüme hazırlanma koşulları gibi) ve sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan istatistiksel yöntemlerdeki farklılıklar nedeniyle ortaya çıktığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda Diagnodent ölçümlerinin tekrar edilebilme özelliğinin her iki gözlemcide orta derecede olmasının nedenlerinden biri ölçümler arasında iki haftalık bir süre bulunması ve bu süre içerisinde dişlerin floresans miktarlarının değişmiş olması olabilir. Diğer bir neden ise Diagnodent cihazının kalibrasyon işlemi olabilir. Çalışmamızda Diagnodent cihazı ölçüme başlamadan önce seramik referansı üzerinden üretici firma tarafından tarif edildiği şekilde kalibre edildi, fakat ölçümler esnasında kalibrasyon sık aralıklarla bozulduğu için kalibrasyon işlemi tekrar edilmek zorunda kalındı. Nitekim, üretici firma da cihazın kalibrasyon işleminin sık aralıklarla tekrarlanması gerektiğini vurgulamıştır. Cihazla ilgili bir diğer problem de pillerin çok sık değiştirilme zorunluluğudur. Cihaz pil gücü zayıfladığında uyarı sinyali vermekle birlikte, henüz uyarı ışığı yanmadan önceki zaman aralığında kalibrasyonun sıkça bozulduğu ve belirgin bir sebebi olmadan çok yüksek sinyaller alındığı gözlemlendi. Pillerin sık aralıklarla değiştirilmesine dikkat edilmesine rağmen, bu aşamalarda farklı ölçümler gerçekleşmiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Diagnodent ticari olarak satışa sunulmuş tek lazer floresans cihazıdır ve başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisinde başarı şansını arttırdığı iddiasıyla piyasaya sürülmüştür. Üretici firmanın cihazın çalışma prensibinin kantitatif lazer floresans çalışmalarından kaynaklandığını söylemesine rağmen, aralarında belirgin farklar mevcuttur. Kantitatif lazer floresans çalışmalarında 520 nm dalga boyunda yüksek geçirgen filtreler kullanılmıştır. Bu filtreler mine dokusu kaynaklı otofloresan (540 nm dalga boyundaki) ışığı toplayıp daha düşük dalga boylarında saçılan ışığı elimine ederek ışık spektrumunda oluşan değişiklikleri kaydederek çürük teşhisi yapmaktadır. Diagnodent'te ise 680 nm filte kullanılmakta ve floresans yoğunluğundaki değişim incelenerek çürük teşhisi yapılmaktadır³¹. Bu durumda Diagnodent, kantitatif lazer floresans çalışmalarından farklı çalışma prensibine sahiptir ve kantitatif lazer floresans çalışmaları Diagnodent için baz alınmaz ve dolayısıyla cihazın sayısal değerinin artışı ile çürük şiddeti arasında ne gibi bir ilişki olduğuna ilişkin mevcut bilimsel veri yeterli değildir⁶⁹.

Diagnodent ile yapılan çalışmalar, yorumlar ve kendi çalışmamızın sonuçları ışığında, düşük spesifite oranları yani yüksek oranda yanlış pozitif ölçümler vermesi nedeniyle, cihazın tek başına çürük teşhisi için hekimin doğru karar vermesi için yeterli olamayacağını fakat diğer klinik teşhis yöntemleri ile birlikte yardımcı bir unsur olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca çalışmamızın in vitro olması sebebiyle, cihazın klinik şartlarda kullanımının incelenmesi için in vivo olarak da çalışmalar planlanması gerektiği inancındayız.

Bu tez çalışmamızın sonucunda, başlangıç oklüzal çürükleri için kullanılan klinik teşhis yöntemleri olan gözle muayene, geleneksel radyografi, RVG ile değerlendirme ve yeni bir cihaz olan Diagnodent ölçüm sonuçlarının ışığında, oklüzal çürük teşhisinin klinisyenler için gerçek bir problem olduğunu söyleyebiliriz. Kullanılan yöntemlerin hiçbirisi aynı anda yüksek sensitivite ve spesifite değerleri göstermemiştir ve

yöntemlerin birbiri ile uyumu zayıftır. Bu da derin, dar, oluk şekilli fissürler, kahve rengi - siyah renklenme, opasitede değişim, saklı çürük karakteri gibi pek çok karmaşık özelliğe sahip olan oklüzal çürüğün doğru teşhisi için bir değil pek çok yöntemin birarada kullanılmasının uygun olduğunu göstermektedir.



SONUÇLAR

1. Gözle muayene, geleneksel radyografi ve direkt dijital radyografi sonuçlarının birbiri ile ve altın standart olan histolojik değerlendirme sonuçları ile uyumu zayıf olduğu belirlendi ($0.1 < \text{kappa değeri} < 0.4$).

2. Gözle muayene, geleneksel radyografi, direkt dijital radyografi ve histoloji skorlarına karşılık gelen Diagnodent ölçümlerinin ortalama değerleri incelendiğinde, sadece dentin çürüğünde (skor 3) Diagnodent sayısal değerinde artış olduğu görüldü. Her dört skor için en düşük ve en yüksek değerlerin ortalama sayısal değerinin 10 ile 99 arasında değişmekte olduğu ve buna göre, Diagnodent'in sağlam dokuyu ve mine sınırlarındaki çürüğü ayırt etmede yetersiz olduğu saptandı.

3. Diagnodent ölçümlerinin histolojik sonuçlar ile arasındaki uyumun değerlendirmesi için çizilen ROC grafiklerine göre, eğri altındaki alanın 0.5'ten büyük, olasılık değerinin 0.05' ten küçük olduğu saptandı. Bu da Diagnodent ölçümleri ile histolojik değerlendirme sonuçları arasında istatistiksel olarak bir uyumun mevcut olduğunu göstermektedir. Ancak bu uyum yorumlanırken, sadece sağlam doku ile çürük varlığının ayırt edilmesi için mevcut olan bir uyum olduğu, çürük derinliğini ayırt etme konusunda ise bir bilgi veremeyeceği göz önünde bulundurulmalıdır.

4. Gözle muayene, geleneksel radyografi ve direkt dijital radyografi yöntemlerinin spesifite değerleri yüksek bulunurken sensitivite değerleri düşük bulunmuştur. Bu sonuca göre, bu yöntemlerle oklüzal çürük teşhisi yapılırken yanlış pozitif riskin düşük, yanlış negatif riskin ise yüksek olduğu söylenebilir. Diğer bir deyişle, bu yöntemler sağlam dokuyu ayırt etmekte başarılı iken çürük dokuyu ayırt etmekte başarısızdır.

5. Diagnodent için spesifite ve sensitivite değerlendirmesi cihazın belirli ölçüm değerlerinde yapılmıştır. Buna göre, düşük ölçüm değerlerinde sensitivite yüksekken spesifitenin düşük olduğu, ölçüm değeri yükseldikçe sensitivite düşerken spesifitenin arttığı gözlemlendi. Yani, ölçüm değeri yükseldikçe yanlış pozitif oranı azalmaktadır. Cihazın dentin çürüğü sınırında doğru teşhis oranı artarken, sağlam dokuyu ve mine çürüğünü ayırt etmede başarısız olduğu tespit edildi.

6. Gözlemciler arası uyum değerlendirildiğinde, gözle muayene ve direkt dijital radyografi için zayıf, geleneksel radyografide ise gözlemciler arasında belirgin bir uyum olduğu tespit edildi. Diagnodent ölçümleri için gözlemciler arası uyum ise % 71 iken, aynı gözlemcinin tekrar eden ölçümleri arasındaki uyumun % 50 civarında olduğu gözlemlendi.

Elde ettiğimiz tüm bu sonuçlar ışığında, başlangıç halindeki oklüzal çürüklerin teşhisinde değerlendirdiğimiz yöntemlerin tek başlarına güvenilir sonuçlar vermediğini, gözle muayene, geleneksel ve direkt dijital radyografik yöntemlerle çürük mevcut iken, teşhis edememe riskinin yüksek olduğu tespit edildi. Ayrıca, Diagnodent ile de sağlam dokuyu veya mine çürüklerini dentin çürüğü gibi yorumlama riskinin fazla olduğunu söyleyebiliriz. Bu nedenle, başlangıç oklüzal çürüklerin doğru teşhisi için detaylı klinik muayene, radyografik yöntemler ve Diagnodent'in birarada kullanılmasının hekimi daha doğru teşhise yaklaştırabileceğini düşünmekteyiz.

ÖZET

Bu tez çalışmasında, çürük teşhisinde kullanılan temel klinik yöntemlerden olan gözle muayene, geleneksel radyografi ve direct dijital radyografi ve son yıllarda geliştirilen yeni bir lazer floresans cihazının (Diagnodent, KaVo, Almanya) başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisinde etkinliklerini altın standart olarak kabul edilen histolojik değerlendirme kriterleri ile karşılaştırarak araştırılmıştır.

Çalışmada 250 adet yeni çekilmiş, gözle görülür kavitasyonu olmayan daimi büyük azı ve küçük azı dişi kullanıldı. Standardizasyon şartları sağlandıktan sonra dişlerin geleneksel radyografi ve RVG ile görüntüleri alındı. Daha sonra dişlerin gözle muayeneleri, radyografik değerlendirmeleri ve Diagnodent ölçümleri iki gözlemci tarafından birbirinden bağımsız olarak yapıldı. Diagnodent ölçümleri iki hafta sonra aynı şartlarda tekrarlandı. Histolojik değerlendirme, dişler % 0.5' lik bazik fuksin içinde bekletildikten ve takiben oklüzal fossanın ortasından geçecek şekilde mezio - distal yönde iki eşit parçaya bölündükten sonra steromikroskopta x10 büyütmede yapıldı.

Gözle muayene, radyografik yöntemler ve histolojik değerlendirme sonuçlarının birbiri ile uyumu ve gözlemciler arasındaki uyum değerlendirmesi Kappa analizi ile, Diagnodent ölçümlerinin diğer yöntemlerle uyumu tanımlayıcı istatistikler ile ve Diagnodent ölçümlerinin histolojik değerlendirme ile uyumu ROC eğrileri kullanılarak yapıldı. Ayrıca her değerlendirme yöntemi için sensitivite ve spesifiteleri hesaplandı.

Değerlendirilen tüm yöntemlerin birbiri ile uyumlarının zayıf olduğu gözlemlendi. Gözlemciler arasındaki uyum değerlendirildiğinde, geleneksel radyografinin, gözle muayene ve RVG'ye oranla bir miktar daha uyumlu iken, Diagnodent ölçümleri için gözlemciler arası uyum % 71 olarak bulunmuştur. Aynı gözlemcinin tekrar eden ölçümleri

arasındaki uyum ise % 50 civarındadır. Gözle muayene ve radyografik tekniklerin spesifiteleri yüksek, sensitiviteleri düşük bulunurken, Diagnodent ölçümlerinin spesifiteleri düşük sensitiviteleri yüksek bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarına göre; özellikle başlangıç oklüzal çürüklerinin teşhisinde test edilen tekniklerden hiç birinin tek başına güvenilir olmadığını ve Diagnodent'in yüksek oranda yanlış pozitif teşhise yol açacağını düşünmekteyiz.



SUMMARY

In this study, diagnostic efficiencies of visual inspection, conventional radiography, direct digital radiography and a new laser fluorescence device (Diagnodent, KaVo, Germany) were evaluated in comparison to the histological validation as gold standart.

Extracted 250 human premolar and molar teeth with visually intact occlusal surfaces were used. The conventional and direct digital bite-wing radiographs of the teeth were taken under standardized conditions. Visual inspection, radiographic validation and Diagnodent measurements were assessed by two observers independently. Diagnodent measurements were repeated after two weeks under identical conditions. The teeth were stored in basic- fuchsin dye and than sectioned into two equal parts through their mesio-distal axes across the occlusal fossas for histological validation. The sections were examined by steromicroscope under x10 magnification.

The relationship between visual inspection and radiographic and histological validations were evaluated with Kappa statistics and interobserver reliability was evaluated with oneway ANOVA. The relationship between Diagnodent and the other methods tested were evaluated with descriptive statistics and relationship between Diagnodent measurements and the histological validation was evaluated with ROC curves. Sensitivity and specificity values were calculated for all methods tested in the study.

The relationship between all methods that are evaluated in this study found to be meanly weak. The interobserver reliability for conventional radiography was slightly better than visual examination and direct digital radiography. Interobserver reliability for Diagnodent measurements was 75 % and intraobserver reliability was

around 50 %. Specificity values were high and sensitivity values were low for visual inspection and radiographic methods while specificity values were low and sensitivity values were higher for Diagnodent measurements.

According to the results of this study we can state that none of the techniques tested gave accurate results for the detection of early occlusal caries when used separately. Diagnodent measurements caused high amounts of false positive diagnosis.



KAYNAKLAR

1. ALFANO, R.R., YAO, S.S.: Human Teeth With and Without Caries Studied by Lazer Scattering, Fluorescence and Absorption Spectroscopy, IEEE Journal of Quantum Electronics, 20, 1512-16, (1984).
2. ALFANO, R.R., YAO, S.S.: Human Teeth With and Without Caries Studied by Visible Luminescent Spectroscopy, J. Dent. Res., 54, 67-71, (1984).
3. ANGMAR-MANSSON, B., TEN BOSCH, J.J.: Advances in Methods for Diagnosing Coronal Caries - A Review, Adv. Dent. Res., 77, 70-79, (1993).
4. ARENDS, J., CHRISTOFFERSEN, J.: The Nature of Early Caries Lesions in Enamel, J. Dent. Res., 65, 2-11, (1986).
5. AXELSSON, P.: Diagnosis and Risk Prediction of Dental Caries, Quintessence Publishing Co., Inc., Karstald, (2000).
6. BJELKHAGEN, H., SUNDERSTROM, F., ANGMAR-MANSSON, B.: Early Dedection of Enamel Caries by Luminescence Excited by Visible Laser Light, Swed. Dent. J., 6, 1-7, (1982).
7. BRENNAN, J.: An Introduction to Digital Radiology in Dentistry, J. Orthodont., 29, 66-9, (2002).

8. CREANOR, S.L., RUSSEL, J.I., STRANG, D.M., STEPHEN, K.W., BURCHELL C.K.: The Prevalence of Clinically Undetected Occlusal Dentine Caries in Scottish Adolescents, Br. Dent. J., 169, 126-29, (1990).

9. EL-HOUSSEINY, A.A., JAMJOUR, H.: Evaluation of Visual, Explorer and a Laser Device for Detection of Early Occlusal Caries, J. Clin. Pediatr. Dent., 26, 41-48, (2001).

10. EKSTRAND, K.R., QVIST, V., THYLSTRUP, A.: Light Microscope Study of The Effect of Probing on Occlusal Surfaces, Caries Res., 21, 368-74, (1987).

11. EKSTRAND, K.R., RICKETTS, D.N.J., KIDD, E.A.M.: Reproducibility and Accuracy of Three Methods for Assessment of Demineralization Depth on the Occlusal Surface: An In Vitro Examination, Caries Res., 31, 224-31, (1997).

12. ESPELID, I., TVIET, A.B., FJELLTVIET, A.: Variations Among Dentists in Radiographic Detection of Occlusal Caries, Caries Res., 28, 169-75, (1994).

13. FEATHERSTONE, J.D.B., RODGERS, B.E.: The Effect of Acetic, Lactic and Other Organic Acids on The Formation of Artificial Carious Lesions, Caries Res., 15, 377-85, (1981).

14. FEATHERSTONE, J.D.B., NELSON, D.G.A.: Laser Effects on Dental Hard Tissues, Adv. Dent. Res., 1, 21-6, (1987).

15. FEATHERSTONE, J.D.B., BARRETT-VESPONE, N.A., FRIED, D.: CO₂ Laser Inhibition of Artificial Caries-Like Lesion Progression in Dental Enamel, J. Dent. Res., 77, 1397-1403, (1998).

16. FEATHERSTONE, J.D.B.: Prevention and Reversal of Dental Caries: Role of Low Level Flouride, Community Dent. Oral Epidemiol., 27, 31-40, (1999).

17. FEATHERSTONE, J.D.B.: Caries Detection and Prevention with Laser Energy, Dent. Clin. North. Am., 44, 955-69, (2000).

18. FERREIRA ZANDONA, A.G., ANALOUI, M., SCHEMEHORN, B.R., ECKERT, G.J., STOOKEY, G.K.: Laser Fluorescence Detection of Demineralization in Artificial Occlusal Fissures, Caries Res., 32, 31-40. (1998).

19. FORGIE, A., PINE, C.M., PITTS, N.B.: Laser Fluorescence Detection of Aproximal Caries: Initial In Vitro Results, J. Dent. Res., 78, 1044, (1999).

20. FRANCESCUT, P., LUSSI, A.:Correlation Between Fissure Discoloration, Diagnodent Measurements, and Caries Depth: An In Vitro Study, Pediat. Dent., 25, 559-64, (2003).

21. FRIEDMAN, J., MARCUS, M.I.: Transillumination of the Oral Cavity with the Use of Fiberoptics, J. Am. Dent. Assoc, 80, 801-9, (1970).

22. GLASS, R.L.: The First International Conference on the Declining Prevalence of Dental Caries, J. Dent. Res., 61, 1301, (1982).
23. GOAZ, P.W., WHITE, S.C.: Oral Radiology - Principles and Interpretation, 3rd ed., Mosby Company, St. Louis, (1994).
24. HARING, J.I., LIND, L.J.: Radiation History, W.B. Saunders Company, Philadelphia, (1996).
25. HIBST, R., GALL, R.: Development of a Diode Laser-based Fluorescence Caries Detector, Caries Res., 32, 394, (1998).
26. HINTZE, H., WENZEL, A., JONES, C.: In- Vitro Comparison of D- and E- Speed Film Radiography, RVG And Visualix Digital Radiography for the Detection of Enamel Approximal and Dentinal Occlusal Caries Lesions, Caries Res. 28, 363-67, (1994).
27. HINTZE; H., WENZEL, A., LARSEN, M.J.: Stereomicroscopy, Film Radiography, Microradiography and Naked-eye Inspection of Tooth Sections as Validation for Occlusal Caries Diagnosis, Caries Res., 29, 359-63, (1995).
28. HORNER, K., SHEARER, A.C., WALKER, A., WILSON, N.H.F.: Radiovisiography: An initial evaluation, Brit. Dent. J., 168, 244-8, (1990).

29. KANTOLA, S., LAINE, E., TARNA, T.: Laser Induced Effects on Tooth Structure, *Acta. Odontol. Scand.*, 30, 463-84, (1973).

30. KETLEY, C.E., HOLT, R.D.: Visual and Radiographic Diagnosis of Occlusal Caries in First Permanent Molars and in Second Primary Molars, *Br. Dent. J.*, 174, 364-70, (1993).

31. KIDD, E.A.M.: Caries Diagnosis within Restored Teeth, *Oper Dent.*, 14, 149-58, (1989).

32. KIDD, E.A.M., NAYLOR, M.N., WILSON, R.F.: Prevalence of Clinically Undetected and Untreated Molar Occlusal Dentine Caries in Adolescents on the Isle of Wight. *Caries Res.*, 26, 397-401, (1992).

33. KIDD, E.A.M., RICKETTS, D.N.J., PITTS, N.B.: Occlusal Caries Diagnosis: A Changing Challenge for Clinicians and Epidemiologists, *J. Dent.*, 21, 323-31, (1993).

34. LANGLAND, O.E., LANGLAIS, R.P.: Early Pioneers of Oral and Maxillofacial Radiology, *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 80, 496-511, (1995).

35. LEOSCHE, W.J.: Role of *Streptococcus mutans* in Human Dental Decay, *Microbial. Rev.*, 50, 353-80, (1986).

36. LEVERETT, D.H., FEATHERSTONE, J.D.B., PROSKIN, H.M.: Caries Risk Assessment by a Cross-sectional Discrimination Model, J. Dent. Res., 72, 529-37, (1993).

37. LEVERETT, D.H., PROSKIN, H.M., FEATHERSTONE, J.D.B.: Caries Risk Assessment in a Longitudinal Discrimination Study, J. Dent. Res., 72, 538-437, (1993).

38. LONGBOTTOM, C., PITTS N.B., LUSSI A.: In Vitro Validation of a New Laser-Based Detection Device, J. Dent. Res., 77, 776, (1998).

39. LONGBOTTOM, C., PITTS, N.B.: An initial Comparison Between Endoscopic and Conventional Methods of Caries Diagnosis, Quint. Int., 21, 531-40, (1990).

40. LUSSI A.: Validity of Diagnostic and Treatment Decisions of Fissure Caries, Caries Res., 25, 296-303, (1991).

41. LUSSI, A.: Comparison of Different Methods for the Diagnosis of Fissure Caries without Cavitation, Caries Res., 27, 409-16, (1993).

42. LUSSI, A.: Impact of Including or Excluding Cavitated Lesions When Evaluating Methods for Diagnosis of Occlusal Caries, Caries Res., 30, 389-93, (1996).

43. LUSSI, A., IMWINKELRIED, S., PITTS, N.B., LONGBOTTOM, C., REICH, E.: Performance and Reproducibility of a Laser Fluorescence System for Detection of Occlusal Caries In Vitro, *Caries Res.*, 33, 261-266, (1999).

44. LUSSI, A., MEGERT, B., LONGBOTTOM, C., REICH, E., FRANCESCUT, P.: Clinical Performance of a Laser Fluorescence Device for Detection of Occlusal Caries Lesions, *Eur. J. Oral Sci.*, 109, 14-9, (2001).

45. MANDEL, I.D.: Caries Prevention - a Continuing Need, *Int. Dent. J.*, 43, 67-70, (1993).

46. MANSSON, B.: Caries Progression in the First Permanent Molars. A Longitudinal Study, *Swed. Dent. J.*, 1, 185-191, (1977).

47. MELCER, J., CHAUMETTE F., MELCER, F.: Dental Pulp exposed to the Laser Beam, *Laser Surg. Med.*, 7, 347-52, (1987).

48. MENDES, F.M., HISSADOMI, M., IMPARATO, J.C.P.: Effects of Drying Time and Presence of Plaque on the In Vitro Performance of Laser Fluorescence in Occlusal Caries of Primary Teeth, *Caries Res.*, 38, 104-108, (2004).

49. MISERENDINO, L.J.: The History and Development of Laser Dentistry, MISERENDINO, L.J., *Lasers in Dentistry*, Quintessence Publishing Co, Inc., Chicago, (1995).

50. MOLTEN, R.: Direct Digital X- Ray Imaging with Visualix/Vixa, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 76, 235-43, (1993).

51. MOUYEN, F., BENZ, C., SONNABEND, E., LODTER, J.P.: Presentation and Physical Evaluation of Radiovisiography, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 68, 238-42, (1989).

52. NEWBRUN, E.: Problems in Caries Diagnosis, Int. Dental J., 43, 133-42, (1993).

53. NIKIFORUK, G.: Understanding Dental Caries 1 Etiology and Mechanisms Basic and Clinical Aspects, Karger, Basel, (1985).

54. PENNIN, C., VAN AMERONGEN, J.P., SEEF, R.E., TEN CATE, J.M.: Validity of Probing For Fissure Caries Diagnosis, Caries Res., 26, 445-49, (1992).

55. PINELLI, C., CAMPOS SERRA, M., LOFFREDO, L.C.M.: Validity and Reproducibility of a Laser Fluorescence System for Detecting Activity of White-Spot Lesions on Free Smooth Surfaces, Caries Res., 36, 19-24, (2002).

56. PITTS, N.B., LONGBOTTOM, C.: Preventive Care Advised (PCA) / Operative Care Advised (OCA)- Categorising Caries by the Manegement Opinion, Community Dent. Oral Epidemiol., 23, 55-9, (1995).

57. PITTS, N.B.: The Use of Bitewing Radiographs in the Management of Dental Caries: Scientific and Practical Considerations, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 25, 5-16, (1996).

58. PITTS, N.B.: Diagnostic Tools and Measurements - Impact on Appropriate Care, *Community Dent. Oral Epidemiol.*, 23, 55-9, (1997).

59. ROCK, W.P., KIDD, E.A.M.: The Electronic Detection of Demineralisation in Occlusal Fissures, *Br. Dent. J.*: 164, 243-47, (1988).

60. ROBERSON, T.M., LUNDEEN, T.F.: Cariology: The Lesion, Etiology, Prevention and Control, in *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*, 4th Ed., ROBERSON, T.M., HEYMANN, H.O., SWIFT, E.J., Mosby Company, St. Louis, (2002).

61. RUSSEL, M., PITTS, N.B.: Radiovisiographic Diagnosis of Dental Caries: Initial Comparison of Basic Mode Videoprints with Bitewing Radiography, *Caries Res.*, 27, 65-70, (1993).

62. SAWLE, R.F., ANDLAW, R.J.: Has Occlusal Caries Become More Difficult to Diagnose?, *Br. Dent. J.*, 164, 209-11, (1988).

63. SHEEY, E.C., BRAILSFORD, S.R., KIDD, E.A.M., BEIGHTON, D., ZOITOUPOULOS, L.: Comparison Between Visual Examination and a Laser Fluorescence System For In Vivo Diagnosis of Occlusal Caries, *Caries Res.*, 35, 421-426, (2001).

64. SHI, X-Q., WELANDER, U., ANGMAR-MANSSON, B.: Occlusal Caries Detection with KaVo Diagnodent and Radiography: An In Vitro Comparison, *Caries Res.* 34, 151-158, (2000).

65. SHI, X-Q., TRANAEUS, S., ANGMAR-MANSSON, B.: Validation of Diagnodent for Quantification of Smooth Surface Caries: an In - Vitro Study, *Acta. Odontol. Scand.*, 59, 74-8, (2001).

66. SHI, X-Q., TRANAEUS, S., ANGMAR-MANSSON, B.: Comparison of QLF and Diagnodent for Quantification of Smooth Surface Caries, *Caries Res.*, 35, 21-6, (2001).

67. SOH, G., LOH, F.C., CHONG, T.H.: Radiation Dosage of a Dental Imaging System, *Quint. Int.*, 24, 189-91, (1993).

68. STERN, R.H., VAHL, J., SOGNAES, R.F.: Laser Enamel: Ultrastructurel Observations of Pulsed Carbon Dioxide Laser Effects, *J. Dent. Res.*, 10:2-5, (1972).

69. STURDEVANT, C.M., BARTON, R.E., STRICKLAND, W.D.: The Art and Sciences of Operative Dentistry, 2nd ed. The C.V. Mosby Company, St Louis, Toronto, (1985).

70. SUNDSTROM, F., FREDRIKSSON, K., MONTAN, S.: Laser Induced Fluorescence from Sound and Carious Tooth Substance: Spectroscopic Studies, Swed. Dent. J., 9, 71-80, (1985).

71. TEN BOCH, J.J., ANGMAR-MANSSON B.: A Review of Quantitative Methods for Studies of Mineral Content of Intra-oral Incipient Caries Lesions, J. Dent. Res., 70, 2-10, (1991).

72. TEN CATE, J., DE JOSELIN DE JONG, E., EXTERCATE, R., SUNDSTROM, G, ANGMAR MANSSON, B.: Quantification of Enamel Demineralization with a New Portable Fluorescence Device, Validated by Microradiology, Caries Res., 30, 299, (1996).

73. TORAMAN, M., BALA, O: Yeni Bir Lazer Floresans Cihazının Oklüzal Çürük Teşhisi Açısından İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi, G.Ü. Dişhek. Fak. Derg., 20, 9-14, (2003).

74. TVIET, A.B., ESPELID, I., FJELLTVIET, A.: Clinical Diagnosis of Occlusal Dentin Caries, Caries Res., 28, 368-72, (1994).

75. VAN DORP, C.S.E., EXTERKATE, R.A.M., TEN CATE, J.M.: The Effect of Dental Probing on Subsequent Enamel Demineralization, J Dent. Child., 55, 343-47, (1988).

76. VERDONSCHOT, E., BRONKHORST, E., WENZEL, A.: Aproximal Caries Diagnosis Using Fibre-optic Transillumination: A Mathematical Adjusment to Improove Validity, Community Dent. Oral Epidemiol., 19, 329-32, (1991).

77. VERDONSCHOT, E.H., BRONKHORST, E. M., BURGERSDIJK, R.C.W., KONIG, K.G., SCHAEKEN, M.J.M., TRUIN, G.J.: Performance of Some Diagnostic Systems in Examinations for Small Occlusal Carious Lesions, Caries Res., 26, 59-64, (1992).

78. WALKER, A., HORNER, K., CZAJKA, J., SHEARER A.C., WILSON N.H.F.: Quantitative Assesment of A New Dental Imaging System, Brit. J. Radiol., 64: 529-36, (1991).

79. WEERHEIJM, K.I., VAN AMERONG, W.E., EGGINK, C.O.: The clinical Diagnosis of Occlusal Caries: A Problem, J. Dent.Child., 56, 196-200, (1989).

80. WELANDER, U., NELVIG, P., TRONJE, G., MC DAVID, W.D., DOVE, S.B., MÖRNER, A.C., CEDERLUND, T.: Basic Tachnical Properties of a System for Direct Acquisition of Digital Intraoral Radiographs, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 75, 506-16, (1993).

81. WELSH, G.A., HALL, A.F., HANNAH, A.J., FOYLE, R.H.: Variation in Diagnodent Measurements of Stained Artificial Caries Lesions, Caries Res., 34, 324-29, (2000).

82. WENZEL, A., FEJERSKOV, O., KIDD, E., JOYSTON-BECHAL, S., GROENEVELD, A.: Depth of Occlusal Caries Assessed Clinically, by Conventional Film Radiographs, and By Digitized, Processed Radiographs, Caries Res., 24, 327-33, (1990).

83. WENZEL, A., HINTZE, H., MIKKELSON, L., MOUYEN, F.: Radiographic Detection of Occlusal Caries in Noncavitated Teeth, Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., 72, 621-26, (1991).

84. WENZEL, A., FEJERSKOV, O.: Validity of Diagnosis of Questionable Caries Lesions in Occlusal Surfaces of Extracted Third Molars, Caries Res., 26, 188-194, (1992).

85. WENZEL, A., PITTS, N.B., VERDONSCHOT, E.H., KALSBEK, H.: Developments in Radiographic Caries Diagnosis, J. Dent., 21, 131-40, (1993).

86. WENZEL, A., VERDONSCHOT, E.H., TRUIN, G.J., KÖNIG K.G.: Impact of Validator and The Validation Method on The Outcome of Occlusal Caries Diagnosis, Caries Res., 28, 373-377, (1994).

87. YAMAMATO, H., OOYA, K.: Potential of Yttrium Aluminum Garnet Lazer in Caries Prevention, J. Oral Pathol., 38, 7-15, (1974).

88. YAMAMATO, H., SATO, K.: Prevention of Dental Caries by Acousto-optically Q-switched Nd: YAG laser Irradition, J. Dent. Res., 9, 1271-1277, (1980).

89. ZUERLEIN, M.J. FRIED, D., FEATHERSTONE, J.D.B.: Modeling the Modification Depth of Carbondioxide Laser Treated Dental Enamel, Lasers Surg. Med., 25, 335-47, (1999).



ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Artvin' de doğdum. İlk öğrenimimi Maltepe ilkokulunda, orta ve lise öğrenimimi TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi'nde tamamladım. 1996 yılında Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi'nden mezun oldum. 1997 yılında Gazi Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı'na bağlı olan Oral Diagnoz ve Radyoloji Bilim Dalı'nda doktora eğitimime başladım. 1999 yılında araştırma görevlisi kadrosuna atandım. Halen aynı bölümde çalışmalarına devam etmekteyim.

Evli ve bir çocuk annesiyim. Yabancı dilim İngilizce'dir.

TEŞEKKÜR

Tüm eğitim yıllarım boyunca yetişmemde katkısı olan değerli öğretmenlerime, doktora eğitimimin her aşamasında ve tez yazımı sırasında bütün hoşgörüsü ve sıcaklığıyla mükemmel bir eğitmen ve rehber olan danışmanım Doç. Dr. Oya Bala'ya, tezimizin istatistik çalışmalarını gerçekleştiren Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genetik ve İstatistik Anabilim Dalı Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Fikret Gürbüz, Yard. Doç. Dr. Muhip Özkan ve Araş. Gör. Özgür Koşkan'a, beni yetiştiren ve uzun eğitim yıllarım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme, tez yazım süreci boyunca manevi desteğini esirgemeyen eşime, teşekkürlerimi borç bilirim.