



T.C.

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FLOROZİSLİ VE FLOROZİSİ OLMAYAN ÇÜRÜK DİŞLERDE
DENTİN GEÇİRGENLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

K. Görkem ULU

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Zuhal KIRZIOĞLU

ISPARTA-2011



T.C.

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI**

**FLOROZİSLİ VE FLOROZİSİ OLMAYAN ÇÜRÜK DİŞLERDE DENTİN
GEÇİRGENLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

K. Görkem ULU

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Zuhal KIRZIOĞLU

ISPARTA-2011

**Bu tez Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim
Birimi tarafından 1651-D-08 Proje numarası ile desteklenmiştir
Tez. No: 63**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Pedodonti Anabilim Dalı Doktora Programı** Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 20.06.2011

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zuhal KIRZIOĞLU, Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. İlknur Tanboğa, Marmara Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. M. Üstün GÜLDAĞ, Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Çiğdem KÜÇÜKEŞMEN, Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KARAYILMAZ, Süleyman Demirel Üniversitesi

ONAY: Bu doktora tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet Fehmi ÖZGÜNER
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Doğtora eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli danışman hocam Prof. Dr. Zuhâl Kırsıoğlu'na,

Tez izleme komitemde yer alan sayın hocalarım Prof. Dr. M. Şenol Tüzüm, Prof. Dr. M. Üstün Güldağ ve Doç. Dr. Çiğdem Küçükşemen'e,

Tez çalışmamda kullandığım 'Elektronik Fotosensörlü Hidrolik İletim Ölçüm Cihazı'nın yapımını gerçekleştiren SDÜ Bilgisayar Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürü Doç. Dr. Suat Özkorucuklu'ya ve tüm BAUM çalışanlarına,

Çalışmamızın verilerinin istatistiksel değerlendirilmesinin yapılmasında değerli bilgilerini bizimle paylaşan SDÜ Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Özgür Koşkan'a,

3boyutlu dijital mikroskop ile örneklerin incelenmesi için çalışma imkânını sağlayan SDÜ Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. İsmail Karaca ve Doç. Dr. Georgia Japoshvili'ye,

Örneklerin hazırlanması sırasında yardımlarını esirgemeyen SDÜ Teknolojik Malzemeler Araştırma Uygulama Merkezi'nden Uzman Hidayet Yıldız'a

Doğtora projemi destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Zor ve sıkıntılı günlerimde beni yalnız bırakmayan Pedodonti Anabilim Dalı'ndaki öğretim üyelerine, asistan arkadaşlarıma ve çalışanlarına,

Hayatım boyunca beni her konuda tereddütsüz destekleyen, her zaman yanımda olan canım aileme,

Teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

İç kapak	i
Kabul ve Onay	ii
Önsöz	iii
İçindekiler	iv
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini	vi
Şekiller Dizini	vii
Resimler Dizini	viii
Tablolar Dizini	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Dentin	3
2.2. Dentin Yapısı	3
2.2.1. Dentinin Tübüler Yapısı	7
2.2.2. Tübül SIVISI (Dentin SIVISI)	9
2.3. Dentin Geçirgenliği	10
2.3.1. Transdental (İnatübüler) Geçirgenlik	11
2.3.2. İnatdental Geçirgenlik	11
2.4. Dentin Geçirgenliğini Etkileyen Faktörler	12
2.4.1. Bölgesel Farklılıklar	12
2.4.2. Dentinin Yaşı	14
2.4.3. Dentin Tübül İçeriği	14
2.4.4. Hidrostatik Basınç	17
2.4.5. Kalan Dentin Kalınlığı	18
2.4.6. Konsantrasyon ve Molekül Ağırlığı	19

2.4.7. Sklerotik Dentin Varlığı	19
2.4.8. Smear Tabaka Oluşumu	20
2.4.9. Diş Çürüğü	21
2.5. Dentin Geçirgenliğinin Pulpa Patolojileri Üzerindeki Rolü	22
2.6. Restoratif İşlemlerin Dentin Geçirgenliği Üzerindeki Rolü	25
2.7. Dentin Geçirgenliğinin Ölçülmesi	26
2.8. Dentin Çürüğü	27
2.8.1. Pulpa-Dentin Kompleksinin Çürüğe Karşı Savunma Reaksiyonları	30
2.9. Flor ve Dental Florozis	34
2.9.1. Dental Florozis İndeksleri	38
2.9.2. Florozisli Diş Dentininin Kimyasal, Biyokimyasal ve Histopatolojik Özellikleri	39
3. GEREÇ ve YÖNTEM	41
3.1. Örneklerin Toplanması ve Hazırlanması	41
3.2. Dentin Geçirgenliğinin Ölçüleceği Sistemin Hazırlanması	47
3.2.1. Dentin Geçirgenlik Ölçüm Sisteminin Çalışma Prensipleri	49
3.3. Dentin Geçirgenliği Ölçümü	51
3.4. Kullanılan İstatistiksel Analiz Yöntemleri	52
4. BULGULAR	53
5. TARTIŞMA	59
6. SONUÇLAR	74
ÖZET	
ABSTRACT	
KAYNAKLAR	
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	:açık dentin yüzey alanı
b	:bar
cm ²	: santimetrekare
cm H ₂ O	: santimetre su
DC	:doğru akım
J _v	:sıvı akım oranı
ICC	:Intraclass Correlation Coefficient
I _g	:immunglobulin
KHN	:Knoop sertlik değeri
kV _p	:kilovolt peak
L _p	:hidrolik iletim
mA	:miliamper
ml	:mililitre
mm	:milimetre
mm Hg	:milimetre civa
mm ²	:milimetrekare
nl	:nanolitre
ΔP	:Hidrostatik basınç (cmH ₂ O)
ppm	:milyonda bir parçacık/partikül
psi	:pound/ inç Kare
SEM	:taramalı elektron mikroskobu
SDDFİ	: Süt Dişleri için Dental Florozis İndeksi
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
s	:saniye
t	:zaman
TFİ	:Thylstrup-Fejerskov'un Dental Florozis İndeksi
tübül/mm ²	.milimetrekare başına tübül
μm	:mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Süt molar dişlerin fizyolojik kök rezorbsiyonuna göre gruplandırılması

Şekil 2: Hazırlanan örneklerin şematize hali

Şekil 3: Örneklerin muhafaza edilmesi

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1a: Kron parçalarının fleksiğlaslara sabitlenmesinde kullanılan yaylı düzenek

Resim 1b-1c: Kron parçalarının simante edilmeden önceki ve sonraki görünümü

Resim 2a, 2b: Çürük alanlarının 3 boyutlu olarak hesaplanabildiği dijital mikroskop ve alan hesaplaması görüntüsü (153 no'lu diş)

Resim 3, 4, 5, 6 : Dentin geçirgenliği ölçüm cihazı

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Dentin geçirgenliği ölçümlerinin yapılması için oluşturulan diş grupları

Tablo 2: Florozisi olmayan [F(0)], Ç(0), Ç(1) ve Ç(2) seviyelerinde çürüğe sahip diş gruplarının kök rezorbsiyon derecelerine göre ortalama Lp değerleri

Tablo 3: Hafif florozis seviyesinde [F(1)] , Ç(1) ve Ç(2) derecelerinde çürüğe sahip diş gruplarının kök rezorbsiyon derecelerine göre ortalama Lp değerleri

Tablo 4: Orta florozis seviyesinde [F(3)], Ç(1) ve Ç(2) derecelerinde çürüğe sahip diş gruplarının kök rezorbsiyon derecelerine göre ortalama Lp değerleri

Tablo 5: Farklı kök rezorbsiyon derecelerinde, çürük seviyesi 1, florozis seviyesi 2 olan alt grupta dentin geçirgenlik değerleri.

Tablo 6: Farklı florozis derecelerinde, çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 1 olan alt grupta dentin geçirgenlik değerleri.

1. GİRİŞ

Günümüzde, artan flor değerleri nedeniyle çocukların dişlerinde farklı seviyelerde florozis görülmektedir. Isparta, Türkiye'deki endemik florozis bölgelerinden biridir. Bu hastalarda materyallerin dişe bağlanması ve pulpa cevabı konusunda florozisi olmayan dişlere göre farklılıklar olduğu düşünülmektedir.

Dentin dokusunda en sık karşılaşılan patolojik değişiklik diş çürüğüdür. Dentinde çürüğe karşı meydana gelen değişiklikler, hem dentinin kendi yapısında hem de pulpayla ilişkili olduğu bölgede meydana gelmektedir. Pulpa cevabının temel amacı dentin tübüllerinin çapının azalmasını veya tamamen tıkanmasını sağlayarak bakterilerin, toksik materyallerin pulpaya zarar vermesini engelleyerek dentin geçirgenliğini azaltmaktır.

Çürük süt dişlerinde, dentinde meydana gelen savunma reaksiyonları, pulpanın histopatolojik durumu, ortaya çıkan semptomlar arasındaki ilişki ile ilgili sınırlı sayıda çalışma olması nedeniyle süt dişleri ile ilgili bilgiler daimi dişler temel alınarak yapılmaktadır. Bu durum uzun dönem başarı için hangi tedavi yöntemine karar verileceği konusunda problemler oluşturabilir. Günümüzde süt dişlerinde fizyolojik kök rezorbsiyonunun başlangıcından düşme dönemine kadar olan süreçte pulpa sağlığında ve savunma mekanizmalarında meydana gelen değişiklikler tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Araştırmacıların bir kısmı süt dişi yapısının genç daimi dişlerle benzerlik gösterdiğini ve süt dişi pulpasının iyileşme potansiyelinin düşme sürecine kadar azalmadığını belirtirken, bazı araştırmacılar ise fizyolojik rezorbsiyonun yaşla birlikte artışıyla pulpanın iyileşme potansiyelinin de önemli derecede azaldığını ifade etmektedirler. Süt dişi tedavilerinde, özellikle de farklı kök rezorbsiyon seviyelerinde pulpanın iyileşme kapasitesinin ve savunma potansiyelinin ayrıntılı olarak incelenmesiyle en uygun tedavi yöntemine karar verilebilecektir.

Ertürk and Kırzioğlu (2007), Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgisayar Araştırma Uygulama Merkezi (SDÜ BAUM) tarafından dentin geçirgenliğinin değerlendirilmesi amacıyla Pashley'in (1978a) tanımladığı prensiplere uygun olacak şekilde hazırlanan yeni bir hidrolitik iletim sistemini çalışmalarında kullanmışlardır. Bu yeni sistemde yüksek basınç değerlerinde, otomatik olarak hava kabarcığı

oluşturulmaktadır. Bu cihaz rehber alınarak, çalışmamızda kullanılmak için SDÜ BAUM tarafından fotosensörlü, tamamen otomatik ve pulpa basınç değerlerine daha yakın, düşük basınç değerlerinde çalışabilen yeni bir sistem daha hazırlanmıştır. Bu yeni sistemde, pulpa basıncına yakın değerlerde, dişlerin kron parçalarında deneyler yapılarak ağız ortamına benzer bir ortam, in vitro olarak oluşturulmaya çalışılmıştır.

Çalışmamızda, florozisli ve florozisi olmayan farklı seviyelerde çürük ve kök rezorbsiyonuna sahip süt dişlerinin, kron parçalarında, dentin geçirgenliğinin yeni hazırlanan elektronik hidrolik iletim ölçüm sistemi yardımıyla hassas bir şekilde ölçülmesi ve elde edilen verilerin sağlıklı dişlerle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Böyle bir çalışmanın dizayn edilmesi ile dentin geçirgenliğini etkileyen klinik faktörlerin en uygun şekilde standardize edileceği düşünölmektedir. Ayrıca sıklıkla daimi diş grupları ile oluşturulan çürük diş geçirgenlik çalışmaları ile tanımlanmaya çalışılan çürük süt dişi dentin geçirgenliği açısından da bir ilk olarak, süt dişlerine farklı yaş dönemlerinde yapılacak olan tedavilerin daha uygun olması açısından yarar sağlayacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Dentin

Diş yapısının büyük kısmı, dişin canlı kısmı olan dentinden oluşmaktadır. Dentin, kısmen mineralize olmuş kollajen bir matriks içinde yer alan apatit kristal partiküllerinden ibaret pöröz biyolojik bir kompozit olarak tanımlanabilir. Süt ve daimi dişlerde dentinin temel yapısı benzerlik göstermektedir. Ancak süt dişi dentininin yapısı ile ilgili ayrıntılar hakkında çok az şey bildirildiği için dentinle ilgili temel bilgiler daimi dişlere dayandırılmaktadır.

Dentin, gelişimsel olarak mine-dentin sınırında kollajen salgılamaya başlayan ve daha sonra merkezi olarak ilerleyerek odontoblast uzantılarını sürükleyen odontoblastlar tarafından oluşturulmaktadır (Ten Cate 1994).

2.2. Dentin Yapısı

Dentinin kimyasal kompozisyonu, ağırlık olarak %70 inorganik, %20 organik, hacim olarak ise %50 inorganik, %30 organik yapıda olduğu geriye kalan kısmının da sudan oluştuğu belirtilmektedir (Manly and Hodge 1939, Marshall et al., 1997, Pashley, 2002, Sturdevant et al., 2002, Berkovitz et al., 2002, Avery and Chiego 2006, Pashley and Liewehr 2006). İnorganik içeriği mineye oranla %20 daha az olduğundan mineden daha yumuşak olup radyografik olarak da daha radyolüsent izlenmektedir (Sturdevant et al., 2002, Avery and Chiego 2006). Bu bileşenler, dentin dokusunda düzensiz biçimde dağılmaktadırlar. Bu yüzden dentin yapısı mikroskopik düzeyde oldukça fazla farklılık göstermektedir. Dişin farklı kısımlarındaki dentin dokuları arasında önemli miktarda kompozisyonel farklılıklar bulunmaktadır (Linde and Goldberg 1993).

Dentin hacminin ortalama olarak yarısını hidroksiapatit kristalleri oluşturur. Bu kristaller, mineye oranla daha az karbonat içerdikleri için çürüğün dentinde mineden daha hızlı ilerlemesine izin verirler.

Dentinin organik kısmı yaklaşık olarak %91 oranında tip I kollajenden oluşmuştur. Dentin matriksinde major aminoasitler kollajen karakteristiğindeki glisin, prolin ve hidrokisprolinindir (Albert 1994). Geriye kalan kısmı ise fosforin, dentin sialoprotein ve glikozaminglukan gibi nonkollajenöz protein, büyüme faktörleri ve proteoglikanlardan oluşmaktadır (Sturdevant et al., 2002, Pashley and Liewehr 2006).

Dentinin su içeriği lokalizasyonla birlikte değişmekle beraber, su içeriğinin %8-16 arasında olduğu rapor edilmektedir. Suyun muhtemelen %1'den daha az olan çok küçük bir yüzdesi apatit kristalleri ve kollajenle birlikte olduğu düşünülmektedir. Dentin derinliğindeki artışla birlikte, dentinin su içeriği de artmaktadır. Mine dentin sınırında, dentinin su içeriği hacimsel olarak %1 civarında iken, pulpa yakınlarında bu oran %22' lere ulaşmaktadır (Pashley 2002).

Dentin yapımı, kollajenin ortama salınmasıyla başlar. Oluşan kollajen matriksin, daha sonra mineralize olduğu ve odontoblastların hücre uzantılarını geride bırakarak mine-dentin ya da sement-dentin sınırından itibaren pulpaya doğru geri çekildikleri görülmektedir (Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002). Bu hücrenel sürecin varlığı, doğal olarak primer ve sekonder dentinin tübüllerinin oluşumunu sağlar. Pulpa vital kaldığı sürece, dentin oluşumunun dişin sürmesinden sonra da devam ettiği bildirilmektedir (Sturdevant et al., 2002).

Dentin yapımı sırasında oluşan ve dişin ilk şeklini belirleyen orijinal tübüler dentine gelişimsel dentin, ortodentin ya da primer dentin adı verilir (Linde and Goldberg 1993, Sturdevant et al., 2002, Avery and Chiego 2006). Primer dentinin dış tabakası merkezden uzaktaki dentine göre ortalama %4 daha az mineralizedir ve yaklaşık olarak 150 µm genişliğindedir. Primer dentinin büyük kısmı diş sürmeden önce oluşur (Pashley 2002). Ancak dişin sürmesinden kök oluşumunun tamamlanmasına kadar geçen yaklaşık 3 yıllık süreç içinde de primer dentin yapımı devam eder (Kawasaki et al., 1979, About et al., 2001, Murray et al., 2002a). Primer dentin, ortalama olarak günde 4 µm kalınlığında salgılanmaktadır (Kawasaki et al., 1979, Mjör and Nordahl 1996). Primer dentin oluşumu tamamlandıktan sonra (Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002), belirgin bir uyarın olmasa da dentin depozisyonunun devam ettiği görülür (Sturdevant et al., 2002). Kök gelişiminin tamamlanmasından ve dişin kron kısmının klinik olarak fonksiyona girmesinden

sonra oluşan ve pulpa vitalitesini koruduğu sürece yapımı devam eden bu dentine sekonder dentin adı verilir (Murray et al., 2000a, Murray et al., 2002b, Pashley 2002, Avery and Chiego 2006). Hem primer hem de sekonder dentini de aynı odontoblastlar oluşturduğu için, tübüllerin devamlılığı korunur. Pulpa odasının iç duvarları tamamen sekonder dentinle kaplı olmakla birlikte çok köklü dişlerde pulpa odasının tavanı ve tabanını kaplayan sekonder dentinin pulpa boynuzlarını korumak amacıyla yan duvarlara göre daha kalın olduğu görülür (Sturdevant et al., 2002, Avery and Chiego 2006). Yaşın artmasıyla birlikte, pulpa odasının tavanında ve tabanında çok fazla miktarda sekonder dentin oluşturulması sonucu pulpa odası giderek daralır.

Atrizyon, abrazyon, erozyon, travma, mikrosızıntı, kronik ilerleyen diş çürüğü ve bazı operatif işlemler gibi hafif iritanlara karşı cevap olarak irritasyonun geldiği kısmın hemen altındaki pulpa odasının duvarında lokalize olarak biriken bu üçüncü tip dentin ise, irreguler sekonder dentin, irritasyon dentini, reaksiyoner dentin ve reperatif dentin olarak da adlandırılır (Kawasaki et al., 1979, Mjör and Nordahl, 1996, Murray et al., 2000a, About et al., 2001, Berkovitz et al., 2002, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002, Avery and Chiego 2006). İritasyondan sonra canlılığını koruyan primer odontoblastlar tarafından yapılan lokalize tersiyer dentine reaksiyoner dentin adı verilir (About et al., 2001, Murray et al., 2002b). Kavite preperasyonu sırasında pulpa açıldığında, pulpadaki farklılaşmamış hücrelerden oluşan ve canlılığını kaybeden primer odontoblastların yerini alan yeni sekonder odontoblastların yaptığı tersiyer dentin ise reperatif dentin olarak adlandırılır (Kawasaki et al., 1979, Murray et al., 2000a, Berkovitz et al., 2002). Primer dentinle reperatif dentinin tübülleri birbirinin devamı olmadığından doğrudan birbiri ile ilişkili olmadığı belirtilmiştir (Pashley 2002, Pashley et al., 2002).

Sağlıklı ve fizyolojik kök rezorbsiyonu başlamış süt dişlerinde pulpanın damarlanması, daimi dişlerde olduğu gibidir. Bununla birlikte dişin düşmesinden hemen önce sinir liflerinin sayısında azalma olduğu bildirilmiştir. Fizyolojik kök rezorbsiyonu sırasında ortaya çıkan, fizyolojik hiperemi nedeni ile süt dişi pulpası sürekli ve şiddetli bir aktivite göstermektedir. Bu nedenle süt dişi odontoblastlarının, sürekli dişlerde olduğu gibi düzenli sekonder dentin yapamadıkları belirtilmiştir (Alaçam 2000). Süt dişlerinde yapılan çalışmalarda da hafif veya orta şiddetli bir

uyaran nedeniyle dentin açığa çıktığında histolojik olarak tersiyer dentin formasyonunun oluştuğu ve zamanla dentin tübüllerinin mineralize yapı ile tıkandığı gösterilmiştir (Massler 1967, Rayner and Southam 1979, Klinge 1999, Waterhouse et al., 2000).

Süt dişlerinde dentinin mikromorfolojisi ve kompozisyonunun detayları hakkında fazla bilgi bulunmama ile birlikte, süt ve daimi diş dentini arasındaki bazı farklılıklar belirtilmiştir. Süt dişi dentininin daimi dişe göre daha fazla bölgesel değişkenlik gösterdiği ve mikroyapı bakımından yapısal farklılıklar sergilediği bildirilmiştir (Sumikawa et al., 1999, Angker et al., 2003, Hosoya et al., 2006). Süt dişlerinde dentinin mikromekanik ve fiziksel özelliklerinin mine-dentin sınırından pulpaya doğru uzaklaştıkça azaldığını ve pulpaya en yakın bölgede en düşük değerlerde olduğu bildirilmiştir (Meredith et al., 1996). Dentinin sertliğinin mineralizasyonun derecesi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Sağlam süt dişi dentinin sertliği 35-60 KHN arasındayken daimi dişlerde 20-83 KHN arasında değiştiği rapor edilmiştir. Pashley et al. (1985), dentinin mikrosertliği ile tübül yoğunluğu arasında ters orantı olduğunu bulmuşlardır. Bu nedenle, süt dişlerinin daimi dişlere göre daha az mineralize ve dentin tübüllerinin densitesinin daha az olduğu sonucuna varılmıştır (Sumikawa et al., 1999, Hosoya et al., 2000a, Agostini et al., 2001, Angker et al., 2003). Mikromekanik özelliklerde gözlenen bu farklılıkların, süt dişi dentininin inorganik içeriği ve histolojik yapısıyla ilişkili olmakla birlikte, yapısının homojen olmaması ile de bağlı olduğu düşünülmektedir (Sumikawa et al., 1999, Angker et al., 2003).

Süt ve daimi diş dentininin adezyon testlerine verdikleri cevaplar incelenmiş ve süt dişlerinde daimi dişlere göre düşük bağlanma kuvveti değerleri rapor edilmiştir (Maezzo et al., 1995, Araujo et al., 1997, Swift 1998, Burrow et al., 2002). Bu durum süt dişlerinde daimi dişlere göre daha geniş pulpa varlığı, tübül yapısı, tübül sayısı ve yoğunluğu, süt dişi dentininin organik içeriğinin fazlalığı, süt dişi dentin dokusunun daha ince oluşu gibi kimyasal fizyolojik ve mikromorfolojik farklılıklar ile açıklanmaktadır (Jumlongras and White 1997, Bordin-Aykroyd et al., 1992, Avery and Chiego 2006).

Süt dişlerinde daimi dişlerden farklı olarak interglobüler dentine rastlanmadığı belirtilmekle birlikte (Johnsen 2002), süt dişlerinde interglobüler alanların zayıf

mineralize olmuş ya da hiç mineralize olmamış adalar şeklinde izlendiği de belirtilmiştir. Bu adaların önemi tam olarak bilinmemekte olup, dentin içinde besinlerin taşınmasını, dokuda çürük lezyonunun reaktivitesini veya ilerlemesini etkileyebildikleri bildirilmiştir (Ten Cate 1994).

2.2.1. Dentinin Tübüleri Yapısı

Kollajen bir matriks ile bu matriks içinde yer alan apatit kristallerinden oluşmuş biyolojik bir karışım olan dentinin tübüleri bir yapısı vardır. Mine-dentin ya da sement-dentin sınırından pulpaya kadar uzanan bu tübüleri nedeniyle dentinin pöröz bir görünüm aldığı ve geçirgen hale geldiği görülür (Mjör and Nordahl 1996, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002, Pashley and Liewehr 2006). Dentin tübüleri pulpaya komşu bölgelerde, mine-dentin sınırına göre hem çap olarak, hem de sayı olarak daha geniş ve fazla sayıdadır. Mine ya da sement tarafındaki dentin yüzeyinin, pulpa tarafındakine göre çok daha geniş olması (Sturdevant et al., 2002, Pashley and Liewehr 2006) ve odontoblastların dentini oluştururken pulpaya doğru birbirlerine yaklaşarak çekilmeleri nedeniyle (Sturdevant et al., 2002), birim alana düşen tübül sayısının pulpaya yaklaştıkça arttığı görülmektedir. Her bir dentin tübülü en geniş boyutu pulpada, en küçük boyutu mine-dentin birleşiminde olan koni gibi izlenmektedir. Mine-dentin sınırındaki tübül sayısı 15.000-20.000 tübül/mm² iken, bu sayının pulpaya yakın kısımlarda 45.000-65.000 tübül/mm²'ye ulaştığı belirtilmektedir (Garberoglio and Brännström 1976, Pashley 1991, Dourda et al., 1994, Goldberg and Lasfargues 1995, Marshall et al., 1997, Van Meerbeek et al., 2001, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002, Pashley and Liewehr 2006). Açık dentin tübül sayısının yaşla birlikte azaldığı da rapor edilmiştir (Carrigan et al., 1984, Fosse et al., 1992).

Süt ve daimi dişler arasında ki en önemli farklılık, tübüleri dentin komponenti, yapı ve kompozisyonundan kaynaklanmaktadır. Süt dişlerinde dentin tübüllerinin doğrultusu kole bölgesinde sürekli dişlerden farklılık göstermektedir. Süt dişlerinde bu bölgede dentin tübüleri düz doğrultuda iken, daimi dişlerde daha kıvrımlıdır. Daimi dişlerle karşılaştırıldığında, süt dişi dentinin tübül yoğunluğu sayısal olarak

(18,075-26,391 tübül/mm²) daimi dişlerden (37,000-48,000 tübül/mm²) daha düşük olduğu bildirilmektedir (Dourda et al., 1994, Koutsi et al., 1994). Bunun nedeninin, süt dişlerindeki peritübüler dentin kalınlığının daha fazla olması olarak belirtilmiştir (Cengiz 1990). Süt dişi dentinin tübüler çapı 1.39-1.94 µm arasında varyasyon gösterirken (Sumikawa et al, 1999) daimi dişler 0.8-1.6 µm arasında varyasyon göstermektedir (Garberiglio and Brännström 1976). Bununla beraber bir çalışmada süt ve daimi dişlerde tübül çapında ve tübül densitesinde önemli bir farklılık bulunmadığı da belirtilmektedir (Schilke et al., 2000). Kaga et al. (1997), farklı olarak süt azılarında tübüler yoğunluğun daimi küçük azıların 2 katı olduğunu bildirmiştir. Burrow et al.'un (2002) çalışmasında da SEM'de süt dişi dentininde tübül sayısının daha fazla olduğu rapor edilmektedir. Araştırmacılar, bu farklılığa bir sebep gösterememişlerdir. Sumikawa et al (1999), süt kesici ve köpek dişleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, mine dentin bileşimine yakın kısımda süt dişi ve daimi diş dentininin tübül yoğunluğunu karşılaştırmışlar ve süt dişlerinde tübüllerin daha yoğun olduğunu ve süt dişi dentininde mikrokanalların oldukça yaygın olduğunu belirtmişlerdir. Dourda et al. (1994), dentin tübül yoğunluğu ve çapıyla ilgili farklılıkların, bu dokunun geçirgenliğinde ve ağrının iletilmesinde klinik olarak anlamlı olduğunu rapor etmiştir.

Dentin tübülleri, uzunluklarının büyük bir kısmı boyunca, duvarlarının iç kısmını kaplayan peritübüler dentin denilen, kollajenden fakir ancak yüksek oranda mineralize olmuş bir dokuya sahiptirler (Linde and Goldberg 1993, Van Meerbeek et al., 2001, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002, Avery and Chiego 2006, Pashley and Liewehr 2006). Peritübüler dentin apozisyonunun biyolojik kontrol mekanizması hakkında sınırlı bir bilgi mevcuttur. Peritübüler dentin, yaş ya da restoratif işlemler vb. diğer nedenlere bağlı olarak mine-dentin sınırından itibaren birikmeye başladığından, tübül duvarlarındaki peritübüler dentin kalınlığının periferde daha fazla olduğu görülür (Pashley 2002). Bu nedenle, mine-dentin sınırına yakın kısımlarda tübül lümenlerinin daraldığı ve pulpaya yakın kısımlarda yaklaşık 3 µm olan tübül çaplarının mine-dentin sınırına yaklaştıkça 0,6-0,8 µm'a kadar düştüğü belirtilir (Linde and Goldberg 1993, Love and Jenkinson 2002, Pashley 2002). Zamanla meydana gelen bu artışın, tübüllerin tamamen tıkanmasına da yol açabildiği rapor edilmiştir (Marshall et al., 1997).

Hirayama et al. (1985), yaptıkları bir SEM çalışmasında, süt dişi peritübüler dentininin daimi dişlere oranla 2-5 kat daha kalın olduğunu gözlemiştir. Süt dişlerinde peritübüler dentinin daimi dişlere göre daha kalın olmasının süt dişlerinde dentin tübüllerinin daha küçük çaplı olmasına neden olduğu bildirilmiştir

Tübüllerin etrafında ve arasında yer alan intertübüler dentin ise, kollajenden zengin, mineral yönünden fakir olduğu rapor edilmektedir (Van Meerbeek et al., 2001, Kinney et al., 2003, Avery and Chiego 2006, Pashley and Liewehr 2006). Tübüller arası alanın genişliğine bağlı olarak intertübüler dentin miktarının da değiştiği ve intertübüler dentinin mine-dentin sınırından, pulpaya yakın kısımlarda %90 oranında azalma gösterdiği belirtilmektedir (Pashley et al., 1978b, Marshall et al., 1997, Van Meerbeek et al., 2001). İntertübüler dentinin sertliğinin mine-dentin sınırından pulpaya doğru yaklaştıkça 4 kat azalması nedeniyle (Kinney et al., 1996) dentinin mikrosertliğinin pulpaya yaklaştıkça azaldığı gözlenmektedir (Pashley et al., 1985).

2.2.2. Tübül Sıvısı (Dentin Sıvısı)

Tübül sıvısının kompozisyonu, tam olarak bilinmemesine rağmen, odontoblast uzantıları, sinir lifleri, mineralize olmamış kollajen lifleri ve platelet, albümin, immünglobülin, fibrinojen gibi büyük plazma proteinleri içeren, kalsiyum ve fosfat iyonlarından doygun serum benzeri bir sıvı olduğu belirtilmiştir (Dai et al., 1991, Knutsson et al., 1994, Pashley 2002). Dentin sıvısının kompozisyonu normal şartlar altında odontoblastlar tarafından kontrol edilmektedir. Fakat dentinin açığa çıkması ya da diş çürüğü gibi etkenler dentin sıvısının kompozisyonunda değişikliklere yol açabilmektedir. Dentin sıvısının dışa doğru hareketi, mineral iyonlarını tübül duvarlarına taşıdığı belirtilmektedir (Pashley 2002).

2.3. Dentin Geçirgenliği

Geçirgenlik (permeabilite), bir maddenin bir difüzyon bariyerinden ya da bariyer içine geçme kolaylığıdır. Bir materyalin, bir çözücü ya da bir solüsyonu geçirebilme kapasitesi o materyalin geçirgenliği olarak da tanımlanabilir. Geçirgenlik, özellikle sıvıların, iyonların, bakterilerin ve ufak parçacıkların geçiş durumunu veya kalitesini göstermektedir. Fizikte, bir kütlenin veya dokunun geçiş kolaylığı ve/veya difüzyon oranı standart koşullar altında değerlendirilir. Bu geçişi, açık alan, dokunun yapısı ve kimyası, dokunun kalınlığı ve uygulanan basınç gibi pek çok faktör etkilemektedir. Dentinden madde geçişi yaklaşık olarak yüz yıl önce gösterilmiş ve bunun çürük, restoratif işlemler ve diğer lokalize lezyonlara karşı pulpanın reaksiyonunu belirleyen en önemli faktör olduğu belirtilmiştir (Mjör 2009).

Dentinin, difüze olan moleküllerle etkileşime girebilen, reaktif ve canlı bir doku olması nedeniyle (Pashley et al., 1987), tersiyer ve sklerotik dentin oluşumu, kalınlığı, yüzey alanı, bölgesel farklılıkları, smear tabaka varlığı, dentinal sıvı ile pulpal sıvı basıncı ve diğer değişkenlere bağlı olarak hem geçirgen bir yapı hem de bir bariyer olarak değerlendirilebilir (Pashley 1988, Pashley 2002).

İn vivo radyoaktif izotop çalışmaları, dentin sıvısı ile pulpa sıvısının birbirinin devamı olduğunu göstermektedir (Potts et al., 1985, Tziafas et al., 2000, Pashley 2002). Bu nedenle çürük, travma, aşınma, fraktür, restoratif ya da periodontal işlemler sonucu dentinin ağız içi ortama açıldığı durumlarda dentin tübüllerinin ağız boşluğu ile pulpayı birbirine bağlayan içi sıvı dolu difüzyon kanalları haline geleceği (Pashley et al., 1992, Prati 1994, Love and Jenkinson 2002, Love 2002, Sturdevant et al., 2002) ve ağız ortamındaki maddelerin dentinden geçerek pulpaya ulaşabileceği belirtilmiştir (Potts et al., 1985, Tziafas et al., 2000, Pashley 2002).

Transdentinal ve intradentinal olarak iki tip dentin geçirgenliği tanımlanmıştır (Pashley et al., 1993, Pashley 2002, Pashley et al., 2002).

2.3.1. Transdental (İnatübüler) Geçirgenlik

Dentin túbülleri içerisindeki, hidrodinamik uyarılara cevap olarak oluşan çözelti ya da sıvı hareketi olarak tanımlanmaktadır (Pashley et al., 1993, Pashley and Carvalho 1997, Pashley 2002, Pashley et al., 2002). Transdental geçirgenlik, hem dentinin ağız ortamına açıldığı durumlarda oluşan hem de bazı dişlerde restorasyonların tamamlanmasından sonra ortaya çıkan dentin duyarlılığının nedeni olarak görülmektedir (Brännström and Aström 1972, Pashley et al., 1993). Ayrıca, pulpadan dışı doğru olan sıvı hareketi nedeniyle dentin yüzeyinin nemlenmesinden de sorumlu olduğu bildirilmektedir (Pashley et al., 1993, Pashley et al., 2002). Adeziv rezin monomerlerin dentin yüzeyinden túbül lümeninin penetrasyonu da inatübüler geçirgenliğin sonucudur (Pashley et al., 1993, Pashley and Carvalho 1997, Pashley et al., 2002).

2.3.2. İntradental Geçirgenlik

İntertübüler dentin içerisine eksojen maddelerin girmesi olarak tanımlanabilir. İntertübüler dentinin asitlerle demineralizasyonu ya da bonding işlemi sırasında hidrofilik adeziv rezinlerin túbüller arasındaki demineralize dentine infiltrasyonu bu tür geçirgenliğe örnektir (Pashley et al., 1993, Pashley and Carvalho 1997, Camps et al., 2000, Pashley et al., 2002). Rezinlerin dentinden pulpaya hareket etmelerinin gerekli olmadığı, bunun yerine, túbül duvarlarına bağlandığında, túbülleri tıkamak ve rezin retansiyonuna katkıda bulunan rezin çıkıntıları oluşturmak için sadece birkaç mikron geçmesinin yeterli olduğu bildirilmektedir (Pashley et al., 1995).

2.4. Dentin Geçirgenliğini Etkileyen Faktörler

Dentin geçirgenliği pek çok fiziksel faktörle ilişkilidir (Prati 1994). Dentin geçirgenliğinin bölgesel farklılıklara, dentinin yaşına, tübül içeriğine, tübüllerin mineralizasyon derecesine, tübül-intertübül oranına, kalan dentin kalınlığına, yüzey alanına, smear tabakanın varlığına, tersiyer ve sklerotik dentin oluşumuna, dentin ve pulpa sıvısının basıncına ve diğer değişkenlere bağlı olarak değiştiği ve buna göre dentinin ya geçirgen bir hal aldığı ya da bir bariyer gibi davrandığı görülür (Pashley 1988, Avery and Chiego 2006, Berkovitz et al., 2002, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002, Ghazali 2003).

İn vitro hidrolik iletim ölçümleri, dentin geçirgenliği ve tübüler sıvı hareketlerini etkileyen fiziksel faktörler hakkında bilgiye ulaşmamızı sağlamaktadır. Outhwaite et al. (1974), dentinin hidrolik iletimini ölçmek için ilk in vitro metodu geliştirmiştir. Ölçümler, çekilmiş insan 3. molar dişlerinden alınan 1 mm'lik koronal dentin kesitlerinin konulduğu, bölümlü örnek koyma aracı (split chamber device) yardımıyla yapılan deneyler sonucu elde edilmiştir. Çekilmiş dişlerde yapılan araştırmalarda dentinin, saklandığı solüsyon (Goodis et al., 1991, Camps et al., 1994, Camps et al., 1996, DeWald 1997), saklama süresi (Outhwaite et al., 1976, Özok et al., 2002a), hidrostatik basınç (Camps et al., 1997), sıcaklık (Outhwaite et al., 1976, Pashley et al., 1983a), kesim aletleri (Boyer and Svare 1981, Sekimoto et al., 1999), gibi bir çok değişkenin de geçirgenlik üzerine etkisi araştırılmıştır.

2.4.1. Bölgesel Farklılıklar

Dentin tübüllerinin yoğunluk ve çaplarının mine-dentin birleşiminden pulpaya doğru gidildikçe artması, dentindeki bölgesel geçirgenlik farklılıklarında önemli bir faktördür. Geçirgenlik, mm^2 'ye düşen tübül sayısı ve genişliğine bağlı olarak dentinin her yerinde farklılık göstermektedir (Hamid and Hume 1997, Pashley, 2002, Sturdevant et al., 2002). Dentin tübüllerinin çapı ne kadar büyükse, akım hızı ve

geçirgenlik derecesinin de o kadar büyük olacağı bildirilmektedir. Dentinin, mine-dentin sınırında kapladığı alan pulpa tarafında kapladığı alana göre yaklaşık 5 kat daha fazla olduğu halde bu kısımda tübül çaplarının sadece 1 µm olması nedeniyle periferde tübüller arası mesafenin fazla olduğu görülmektedir. Ancak, pulpa tarafında dentin yüzeyinin 5 kat daha az olmasına karşılık tübül çaplarının 3-4 µm'ye çıkması bu bölgede tübüller arası mesafenin daralarak tübüllerin birbirine yaklaşmasına neden olmaktadır. Dentin geçirgenliği, tübüllerin bu şekilde bir koni gibi genişleyerek pulpaya doğru uzanması nedeniyle, mine dentin birleşiminde en düşük, pulpal kenarda ise en yüksektir (Pashley et al., 1978a, Pashley et al., 1978b, Pashley 1990a, Avery and Chiego 2006). Süt dişleri ile hazırlan ilk çalışmada, 9-11 yaş grubundaki çocukların çekilmiş süt azılarında geçirgenlik, çap ve tübül yoğunluğunu incelenmiş ve servikal üçlüdeki dentin geçirgenliğinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Koutsis et al., 1994). Orta kısımda, birim alana düşen tübül sayısı ve tübül genişliği daha az olduğundan geçirgenliğin de pulpaya yakın kısımlara göre daha az olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu kısımda mineral miktarının ve intertübüler dentin matriksinin de daha fazla olması dentin geçirgenliğinin azalmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Pashley et al., 1987). Oklüzal dentin ile bukkal dentinin geçirgenliği arasında bir fark olmadığı (Özok et al., 2002a), oklüzal dentinin bukkal dentinden daha çok geçirgen olduğu (Pashley 1988), aksiyal dentinin ise oklüzal dentinden daha geçirgen (Pashley 1990a, Van Meerbeek et al., 2001, Pashley 2002) ve koronal dentinin de kök dentinine oranla çok daha az geçirgen olduğu (Fogel et al., 1988, Pashley 1988, Pashley 1990a, Van Meerbeek et al., 2001, Sturdevant et al., 2002) belirtilmiştir. Bununla birlikte, her dişin kendine özgü geçirgenlik özellikleri vardır ve aynı zamanda farklı yaş gruplarında da geçirgenlik farklılıkları mevcuttur (Outhwaite 1976).

2.4.2. Dentinin Yaşı

Yaş ile birlikte, dentin tübülünün iç kısmını kaplayan peritübüler dentin miktarı ve mineralizasyonunun artmasının, dentin tübüllerinde daralmaya hatta tıkanmaya yol açtığı (Tronstad 1973, Carrigan et al., 1984, Tagami et al., 1992, Linde and Goldberg 1993, Marshall 1993, Mjör 2009) ve bu nedenle geçirgenliğin yaşla birlikte değiştiği görülmektedir (Outhwaite et al., 1976, Pashley 1988, Tagami et al., 1992, Mjör et al., 2001, Pashley 2002, Pashley et al., 2002, Ghazali 2003, Avery and Chiego 2006). Bununla birlikte, çürüksüz yaşlı dentinin, genç dentine göre %20 oranında daha az geçirgen olduğu belirtilmektedir (Tagami et al., 1992). Dentin sklerozu olarak tanımlanan bu durumda bazen kristallerin tübüleri tamamen tıkadığı ve dentin geçirgenliğinin ortadan kalktığı rapor edilmektedir (Pashley et al., 2002).

2.4.3. Dentin Tübül İçeriği

Dentin tübüleri maddelerin pulpaya giriş çıkışını sağlayan yollardır. Tübüller dentinin tüm kalınlığı boyunca uzanırlar ve pulpadan dışarıya doğru eğimlidirler. Tübüllerin yoğunluğu ve boyutları dentinin farklı bölgelerinde değişiklikler sergilemektedir. Dentin tübüllerinin çapı ve yoğunluğu dentin geçirgenliğini doğrudan etkileyen en önemli özelliklerden biridir (Pashley 1985). Tübüllerin fonksiyonel çapları ne kadar genişse, sıvı akış hızı ve geçirgenliğin de o oranda büyük olması beklenmektedir (Outhwaite et al., 1976). Ancak, tübül çapı ve yoğunluğu göz önüne alındığında herhangi bir derinlikte ve bölgedeki dentin geçirgenliğinin beklenenden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, dentin tübüllerinin fonksiyonel çaplarının anatomik çaplarına göre daha dar olmasıyla açıklanmaktadır (Pashley 2002). Yapılan çalışmalarda; tübül sıvı hareketinin, tübül çapının dördüncü kuvvetiyle doğru orantılı olduğu dolayısı ile tübül çapındaki çok küçük değişikliklerin sıvı akış hızında büyük değişikliklere yol açtığı belirtilmektedir (Michelich et al., 1978, Pashley, 2002, Sturdevant et al., 2002).

Canlı dişlerde dentin tübüllerini dolduran odontoblastik uzantıların, dentin geçirgenliğini etkileyerek bakteri invazyonunu engellediği gözleendiğinden (Dai et al., 1991, Vongsavan and Matthews 1991, Vongsavan and Matthews 1992a, Pashley et al., 2002, Pashley and Liewehr 2006) odontoblast uzantılarının kaybı durumunda tübül içerisinde oluşan ölü alanların tübül geçirgenliğinde artışa neden olduğu ileri sürülmektedir (Avery ve Chiego 2006). Kesilmiş, açık dentin yüzeyinde, smear tabakasının varlığının dentin tübülleri içine mikroorganizmaların girişini engellediği düşünülmektedir, fakat çalışmalar da, smear tabakası yokken ve mikroorganizmaların tübüllere girmesi mümkünken bile ilerlemelerinin durdurulduğu gösterilmektedir (Nagoaka et al., 1995, Puapichartdumrong et al., 2005).

Tübül içerisindeki mineralize olmamış kollajen fibrillerin ise dentinin iç kısımlarındaki tüm tübüllerin %65'inde bulunduğu, kollajen fibrillerin bunların %16'sında büyük gruplar halinde kümeleniği ve bu oranların dentinin dış kısmına doğru giderek azalmakla birlikte, kollajenin dentin tübülleri içinde hayat boyu var olduğu belirtilmektedir (Dai et al., 1991).

Mikroorganizmaların, tübüllerin değışken şekil ve açılanmaları nedeniyle, dentinin tüm kalınlığı boyunca ilerlemesi güçleşmektedir. Açık tübülleri olan canlı dentinde, dışa doğru olan sıvı iletimi materyallerin içe doğru difüzyonel akımıyla yarışmaktadır. Bu yarışın da koruyucu bir fonksiyon olarak görev yaptığı düşünülmektedir (Pashley 2002). Bununla birlikte, bakteriler dentin tübüllerinde güçlükle ilerlerken, vital dentinde, dışa doğru hareket eden dentin sıvısı, immünoglobulinleri içerdiği için çok hızlı ve çok uzağı ilerleyememektedir. Kollajen fibrillerin yanı sıra dentin sıvısı ile birlikte pulpadan dentin yüzeyine doğru taşınan Ig G, A ve M gibi büyük moleküllu plazma proteinlerinin de tübüllerin anatomik çaplarını %5-40 oranında daralttığı ve buna bağılı olarak tübüllerin periferal ve pulpal uçları açık olsa bile tübül içindeki sıvı hareketinin %70-80 oranında yavaşladığı dolayısı ile hidrolik iletkenliğin de etkin bir şekilde azaldığı gözlenmiştir (Pashley et al., 1982, Maita et al., 1991, Vongsavan and Matthews 1992a, Hanh and Overton 1997, Vongsavan et al., 2000, Sturdevant et al., 2002, Pashley 2002). Normal pulpa dokusundaki immünglobülinlerin genellikle çürük görülme olasılığı fazla olan oklüzal fissürler ve ara yüzeylerin altında lokalize olduğu (Honjo et al., 1970,

Okamura 1985), çürüğün derinleşmesiyle birlikte dentin tübüllerinin pulpaya bakan kısımlarında ortaya çıktıkları (Hanh and Overton 1997) ve hidroksiapatitin protein tutma özelliği sayesinde tübül duvarı boyunca yerleştikleri görülmektedir (Ackermans et al., 1981, Pashley et al., 1982). Bu nedenle, çürük bulunan dişlerin dentin tübüllerinde sağlam dişlerdeki oranla daha fazla immünglobulin bulunduğu belirtilmektedir (Okamura 1985).

Canlı dişlerin tübül duvarlarında biriken plazma proteinlerinin de (fibrinojen) zamanla tübül çapını daraltarak dentin geçirgenliğini azalttığı görülür (Pashley et al., 1982, Pashley et al., 1984a, Pashley et al., 1984b, Pashley 1990a, Markowitz and Kim 1990). Fibrinojenin, tübüllerin pulpal uçlarında fibrine polimerize olarak dentinde geçirgenlik azalmasına yol açabileceği düşünülmektedir (Pashley 2002). Tübüllerin özellikle pulpa tarafındaki kısmında fibrin halinde bulunan fibrinojenin (Pashley et al., 1984a, Pashley 2002), derin kavite preperasyonlarında ya da pulpanın açıldığı durumlarda dentin sıvısı içinde ölçülebilir bir miktara ulaştığı gözlenmektedir (Knutsson et al., 1994).

Tübüllerin anatomik çapında meydana gelen bu daralmanın bakteri geçişini engelleyebildiği dolayısı ile pulpayı kronik çürük lezyonunun toksik ürünlerinden ya da bakteriyel antijenlerin yayılımından koruyabildiği belirtilmektedir (Hanh and Overton 1997). Ancak, tübül çapındaki değişikliklerin dışarıdan içeriye olan difüzyondan ziyade dentinden dışarı doğru olan sıvı hareketini etkilediğini ve bu nedenle dentin sıvı akışındaki azalmanın dış kaynaklı maddelerin içeri doğru invazyonunu arttıracaklarını savunan araştırmacılar da vardır (Pashley 1990a, Love and Jenkinson 2002, Ghazali 2003). Böylece dentin sıvısındaki komponentlerin, bakteri ve ürünleri ile doğrudan etkileşerek ve dentin geçirgenliğini azaltarak savunma reaksiyonuna katıldıkları, koruyucu bir rol üstlendiği görülmektedir (Love and Jenkinson 2002).

2.4.4. Hidrostatik Basınç

Bir dokunun hidrolik iletimi, sabit basınç altında birim zamanda birim yüzey alanından sıvının geçebilme kolaylığını belirtmektedir. Değişim hidrostatik ya da osmotik kuvvetler tarafından oluşturulabilir. Travma ya da diş kesimi nedeniyle dentin açığa çıktığında, bu tübüller yüzeyden pulpaya uzanan diffüzyon kanalları halini alır ve açık dentin yüzeyine hava sıkıldığı ya da kuru ısı veya su emici kağıt uygulaması gibi dentin yüzeyinin dehidrate edildiği durumlarda pulpa odasındaki yaklaşık 20 mm Hg ya da 14-15 cm H₂O basınç değerindeki pozitif hidrostatik basıncın etkisiyle dentin sıvısının 0.02 nl/s/mm²'lik bir hızla pulpadan açık dentin yüzeyine doğru hareket ettiği (Terkla et al., 1987, Pashley 1988, Marshall 1993, Ciucchi et al., 1995) ve kromda mineye, kökte ise semente ulaştığı görülmektedir (Johnson et al., 1973, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002).

Dentinin, bakteriyel işgale karşı etkili bir bariyer olarak görev yaptığı bakteriolojik çalışmalarda da gösterilmiştir (Nagoaka et al., 1995, Puapichartdumrong et al., 2005). Açığa çıkmış dentinde, zararlı maddelerin içeri diffüze olmalarına karşı ilk savunma hattı tübüllerdeki dışa doğru sıvı akımıdır. Dentin sıvısının dışa doğru olan bu hareketi sayesinde bakteri invazyonunun engellendiği belirtilmektedir (Pashley et al., 1978, Vongsavan and Matthews 1991, Vongsavan and Matthews 1992a, Hanh and Overton 1997, Pashley et al., 2002, Pashley and Liewehr 2006). Ancak, tübüllerin periferdeki uçları açılmadığı sürece bu sıvı akışının olmadığı görülmektedir (Ciucchi et al., 1995, Pashley 2002, Pashley and Liewehr 2006).

Pashley et al., (1981a) in vivo olarak köpek dişleri dentininde sıvı hareketini ölçmüşler ve açığa çıkarılmış dentinde pozitif ya da negatif hidrostatik basınç uygulaması ile sıvının dentinin içinde hareket ettiğini göstermişlerdir.

2.4.5. Kalan Dentin Kalınlığı

Pulpayı çürük lezyonundan ayıran minimum sağlıklı dentin mesafesi olarak tanımlanan ve pulpa reaksiyonları açısından önemli bir kavram olan “kalan dentin kalınlığı” (Mjör and Ferrari 2002), belirli bir alandaki dentin geçirgenliğinin en önemli belirleyicisidir (Pashley 1988, Hamid and Hume 1997). Dentin, kalınlığına, yaşına ve diğer değişkenlere bağlı olarak, hem bir bariyer hem de geçirgen bir yapı olarak düşünülebilir. Dentinin tübül yapısı onun çok pöröz olmasına neden olmaktadır (Mjör and Nordahl 1996). Materyalin dentinden pulpaya diffüzyon akım oranı, dentinin kalınlığına ve hidrolik iletimine bağlıdır. İnce dentin, kalın dentine göre çok daha fazla diffüzyonel akıma izin verebilir. Koronal dentinin periferinde mm^2 ’ de 15.000 tübül olmasına karşılık mine-dentin sınırından pulpaya doğru giderek tübül çapı ve birim alana düşen tübül sayısı arttığı için (45.000-65.000 tübül/ mm^2) pulpaya yaklaştıkça dentinin daha gözenekli bir hal aldığı görülür (Garberoglio and Brännström 1976, Pashley et al., 1978b, Whittaker and Kneale 1979, Pashley 1985, Pashley 1991, Dourda et al., 1994, Goldberg and Lasfargues 1995, Marshall et al., 1997, Van Meerbeek et al., 2001, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002, Pashley and Liewehr 2006). Ayrıca, kalan dentin kalınlığı azaldıkça tübüllerin boyu da kısaldığından pulpaya yaklaştıkça sıvı geçişine karşı direncin azaldığı ve dentinin daha geçirgen hale geldiği görülür (Reeder et al., 1978, Pashley et al., 1978a, Pashley et al., 1987, Pashley 1988, Fogel et al., 1988, Pashley 1990a, Tagami et al., 1990, Koutsi et al., 1994, Bouillaguet et al., 1996, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002). Bu durum, dentin geçirgenliğinin, dentin kalınlığı ile ters orantılı olarak değiştiğini, açık tübül sayısı ve çapı ile doğru orantılı olduğunu göstermektedir (Pashley 1990a, Sturdevant et al., 2002).

2.4.6. Konsantrasyon ve Molekül Ağırlığı

Geçirgenlik katsayısı, kütleli sıvı hareketi olmadan kimyasal bir eğime doğru membranlardan erir maddelerin difüze olabilme kolaylığını ölçmektedir. Refleksiyon katsayısı terimi ise, bir membrandan erir madde partiküllerinin geçme miktarını belirlemek için kullanılmaktadır. Hiç partikül geçmiyorsa, 1.0 sayısal değeri ile, tüm partiküller geçiyor ise 0.0 sayısal değeri ile ifade edilmektedir (Ghazeli 2003). Birçok maddenin, dentini basit difüzyonla geçtiği görülmektedir. Materyallerin pulpaya doğru olan difüzyonuna karşı pulpadan da dentin yüzeyine doğru ters yönde sıvı hareketi olduğu ancak difüzyon hızının genellikle pulpadan dışa doğru olan sıvı akış hızından daha fazla olduğu ifade edilmektedir (Pashley et al., 1981a, Pashley 1988). Difüzyon hızının maddenin konsantrasyonu ile doğru orantılı ancak molekül ağırlığı ile ters orantılı olması, maddenin konsantrasyonu arttıkça difüzyon hızının artmasına buna karşılık molekül ağırlığı arttıkça difüzyonunun yavaşlamasına neden olmaktadır. Dentinde glukozun, sukrozun ve dekstranın, molekül ağırlıkları ve içsel difüze olabilme güçlerindeki farklılıklar nedeniyle, geçirgenlik katsayılarının da farklı olduğu gösterilmiştir (Pashley et al., 1978a). Geçirgenlik katsayıları ve akım oranları, pulpa boynuzları bölgesinde en yüksek ve oklüzal dentinin merkezinde en düşük olmak üzere farklılıklar göstermektedir (Pashley et al., 1987). Dentinde, su gibi küçük moleküllerin dentin içinden kolayca geçtiği ancak albümin, immünglobulin, endotoksin gibi molekül ağırlığı 10^6 'nın üzerinde olanların ise daha yavaş geçtikleri (Pashley and Livingstone 1978, Bouillaguet et al., 1996, Pashley 2002) hatta odontoblast tabakasının bu moleküller için bir bariyer gibi davranarak pulpaya ulaşmalarını engellediği belirtilmiştir (Berkovitz et al., 2002).

2.4.7. Sklerotik Dentin Varlığı

Sklerozis nedeniyle oluşan sklerotik dentinin geçirgenliğinin, daha düşük olduğu ifade edilmektedir (Tagami et al., 1992, Elgalaid et al., 2007). Tersiyer dentin ile primer veya sekonder dentinin tübülleri arasında devamlılık olmaması ve tersiyer

dentindeki tübüllerin düzensiz ve az sayıda olması nedeniyle (Pashley et al., 1983b, Cox et al., 1992, Pashley et al., 2002, Sturdevant et al., 2002), dentin geçirgenliğini engellediği belirtilmektedir (Pashley 2002, Elgalaid et al., 2007). Canlılığını kaybeden odontoblastların yerini alan yeni odontoblast benzeri hücrelerde genellikle sitoplazmik uzantı bulunmadığı, dolayısı ile bu hücrelerden salgılanan matriksin atübüler yapıda olduğu ve böyle durumlarda tersiyer dentinin geçirgenliğinin hemen hemen sıfıra indiği de ileri sürülmektedir (Cox et al., 1992, Pashley et al., 2002, Elgalaid et al., 2007). Düzensiz tip reperatif dentinin, geçirgenliği ve sıvı akımını azalttığı ve böylece tübüllerin pulpal uçlarını bloke ederek dentin hassasiyetini azalttığı da bildirilmektedir (Mjor 2009).

2.4.8. Smear Tabaka Oluşumu

Kavite preperasyonundan sonra dentin yüzeyi incelendiğinde, kesik dentin tübülleri ya da mine prizmaları görülemez, çünkü bu detaylar, mineralize dokulardan gelen debrislerin oluşturduğu bir kaplayıcı tabaka nedeniyle gizlenmiştir. Dentin talaşı, denature kollajen, hidroksiapatit ve mikroorganizma içeren ve 1-5 µm kalınlığındaki bu tabaka “smear tabakası” olarak adlandırılmıştır (Eick et al., 1970, Pashley 2002, Sturdevant et al., 2002, Avery and Chiego 2006). Kavite hazırlanmasından sonra kesik dentin tübüllerinin ağızlarında dentin debrisinden oluşan ve smear tıkaçı olarak adlandırılan tıkaçlar olduğu gözlenmiştir. Smear tıkaçları, dentin tübüllerine değişen uzunluklarda girerek, genellikle smear tabakasının kalınlığından daha uzun bir yapı oluşturmaktadırlar (Pashley 1992a).

Smear tabakası ve smear tıkaçları, dentin tübüllerinin çoğunu tıkadıkları için doğal bir bariyer gibi davranarak (Michelich et al., 1980, Mjör, 2001, Sturdevant et al., 2002) hidrolik iletkenlik ya da dentin sıvı hareketinde %70-90 oranında azalmaya neden olabilmektedirler (Reeder et al., 1978, Pashley et al., 1978, Pashley 1988). Basınç altında kron segmentlerinde sıvı hareketine karşı oluşan direncin pulpal, intratübüler ve yüzey direnci (smear tabakası) olmak üzere 3 kısımdan oluştuğu (Pashley 1978a), smear tabakasının toplam direncin %86’sından sorumlu olduğu ve

hidrolik iletim üzerinde dentinin biyolojik değişkenliğinin doğrudan etkisi olduğu bildirilmiştir (Dippel et al., 1984). Bazı durumlarda, smear tabakasının varlığının akım oranını sıfıra kadar indirdiği bildirilmiştir (Pashley 1992). Smear tabakasının kaldırılmasıyla dentinde sıvı geçiş oranı artmaktadır (Pashley et al., 1981b, Ghazali 2003). Smear tabaka, iyi bir koruyucu bariyer olmasına karşın dentine bağlantısı zayıf olup asitlere karşı dayanıklı değildir (Sturdevant et al., 2002). Asitle pürüzlendirme sonrasında tübüller açık bir şekilde gözlenmektedir (Pashley 1992). Koutsi et al. (1994), smear tabakası varlığında, süt ve daimi diş geçirgenlikleri arasında bir farklılığın olmadığını ve süt dişlerindeki, dentin tübüllerinin yapı ve yoğunluğunun daimi dişlerden daha az olmasından dolayı, daimi dişlerdeki hidrolik biçimin daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Smear tabakasının uzaklaştırılması, rezinin tübül duvarlarına bağlanması engelleyebilecek, dentin sıvısının dışarı hareketine de neden olmaktadır (Marshall et al., 1997, Pashley 2002). Dentin yüzeyinin smear tabaka ile kaplı olduğu durumlarda 0,6-0,8 µm çapındaki *Streptococcus mutans* bakterilerinin dentin tübüllerinden geçemediğini belirten araştırmacılar, yüzeyin asitlenmesi ve smear tabakanın kaldırılıp tübül ağızlarının açık hale gelmesi ile bakterilerin tübül içine girebildiğini belirtmişlerdir (Michelich et al., 1980).

2.4.9. Diş Çürüğü

Dentinde en yaygın olarak meydana gelen patoloji diş çürüğüdür. Çürüğe karşı hem dentinin kendisinde hem de pulpaya bakan yüzeyinde bir takım değişiklikler meydana gelmektedir (Stanley et al., 1983, Sturdevant et al., 2002, Elgalaid et al., 2007). Diş çürüğünün, dentin geçirgenliğini büyük oranda azalttığı gözlenerek çürük dentinin sağlıklı dentinden daha az geçirgen olduğu belirtilmiştir (Miller and Massler 1962, Sarnat and Massler 1965, Pashley 1988, Pashley et al., 1991, Marshall et al., 1997, Pashley, 2002). Tagami et al. (1992), hazırladıkları çalışmada hem çürük hem de sağlam genç ve yaşlı dentinde, çürüklü ve çürüksüz dişlerin dentin geçirgenliğini değerlendirmiş ve çürüklü dentin disklerinin geçirgenlik değerinin çürüksüz dentin disklerindeki değerin % 14'ü kadar olduğunu belirtmiştir. Puapichardumrong et al.

(2003), sağlam ve uruk dentin geçirgenliğini dentin diskleri ile ölçmüşler ve urukten etkilenmiş dentinin sağlam dentine göre daha az geçirgen olduğunu bulmuşlardır. Yapılan diğer araştırmalarda da, ekskavasyon ve smear tabakanın kaldırılmasından sonra bile uruk dentinin geçirgenliğinin hala çok dşuk olduğu gösterilmiştir (Pashley et al., 1991, Elgalaid et al., 2007). Bu durumun, kısmen tübüllerdeki bakterilerin kısmen de remineralizasyon sonucu biriken intratübüler kristallerin (uruk kristalleri) tübül çapını daraltması sonucu olduğu belirtilmektedir (Michelich et al., 1978, Kurosaki et al., 1990, Love et al., 1996, Ghazali 2003). Tübül içerisine bakteri infiltrasyonundan sonra dentin iletkenliğinde % 42 oranında azalma olduğunu gözlemleyen araştırmacılar da tübül içindeki bakteri varlığının dentin geçirgenliğini azalttığını belirtmişlerdir (Love et al., 1996). Aktif urukl dişlerdeki dentin geçirgenliğinin de durmuş urukl dişlerdekine oranla daha fazla olduğu belirtilmektedir (Miller and Massler 1962, Going 1972).

2.5. Dentin Geçirgenliğinin Pulpa Patolojileri zerindeki Rolü

Dentin ve pulpa, fonksiyonel olarak birbirleriyle eşleşmiş ve bir doku olarak bütünleşmiş yapılarıdır. Normalde komşu dişler termal olarak uyarıldığında, dentin sıvısı, sıvı içeren tübüllerin hacminden daha hızlı bir şekilde genişler veya daralır. Bu durum intradental sinirlerin hidrodinamik aktivasyonuna sebep olur ve komşu dişlerde pulpa ve dentinin fonksiyonel olarak eşleşmesine bir örnek olarak verilebilir. Mine veya sement dokusu herhangi bir nedenle kaybedilirse, dokular arasındaki normal bölümlere ayrılma kaybolur ve fonksiyonları devam eder. Patolojik durumlar altında, dentin yüzeyinden pulpaya doğru sıvı dolu bir ortam oluşur. Bu ortam aracılığıyla, eksternal uyarılar, pulpadaki fiziksel uyarılara uyum sağlar (Pashley 1996). Bu sıvı ortam aracılığıyla, bakteriyel ürünler, pulpa reaksiyonu oluşturmak üzere dentine difüze olur (Bergenholtz 1977, 1981, 1996, Bergenholtz and Warfvinge 1982). Pulpa bu saldırıya, kısa dönemde, sıvının (Vongsavan and Matthews 1991, Vongsavan and Matthews 1992a, Vongsavan and Matthews 1992b) ve makromoleküllerin (Maita et al., 1991, Byers, 1996) dentinden dışarıya doğru

hareketiyle oluşan enflamatuar cevapla karşılık verir. Uzun dönemde pulpa-dentin kompleksinin geçirgenliğini azaltmak için biyolojik bir cevap olan tersiyer dentin, pulpal dokular tarafından oluşturulur. Pulpa kan akımında, açık dentinde, açığa çıkan eksojen materyaller ve dentin-pulpa sıvısı devamlılığının yapılan radyoaktif deneylerde izlendiği belirtilmektedir (Pashley 1979, 1985, Potts et al, 1985).

Çürük lezyonun pulpa ile ilişkisi dentin yoluyla olduğu için, pulpanın çürüğe karşı cevabının belirlenmesinde dentin geçirgenliği anahtar faktördür. Çürük nedeniyle pulpadaki reaksiyonunun ilk morfolojik belirtisi, öncelikle odontoblast tabakada izlenir. Pulpada enflamatuar değişiklikler görülmeden önce, tüm odontoblast hücrelerinin sayılarında ve boyutlarında azalma olur. Odontoblast tabakasındaki değişimle birlikte, dentinin pulpa sınırı boyunca koyu renkli hat (kalsiotravmatik cevap) oluşabilir. Bu hattın oluşması odontoblastların normal dengesinde bir problem olduğunu düşündürür. Bu durum birincil odontoblastların çürük sürecine yenik düştüğünü ve odontoprojenitor hücrelerin, hücreden zengin tabakada ortaya çıktığını gösterir. Diğer bir şekilde de, yeni dentin koyu renkli (hiperkromatik) hattı oluşturmaya devam eder ve kalıcı olarak dentinin içinde var olur. Bu hattın, çürük lezyonlarında bakterilerin ya da restorasyonun tabanından yayılan toksik materyallerin pulpaya girişlerini engellemek yoluyla pulpayı koruyucu bir role sahip olduğu belirtilmektedir (Kim and Trowbridge 2006).

Dentin tübüllerinin çapı ortalama bir streptokok hücresinin çapından (0,5-0,7 µm) daha büyük olduğundan (Love and Jenkinson 2002), dentin açıldığı zaman dental plakta bulunan bakterilerin dentin tübüleri içine kolaylıkla girebildiği, bakterilerin yanısıra bakteri enzimleri, bakteri peptitleri, endotoksinler, polisakkaritler, somatik antijenler, antikorlar, immün kompleksler, kemotaksinler, organik asitler ve doku yıkım ürünlerinin de dentin yoluyla pulpaya ulaşarak pulpa ya da periapikal dokularda patolojilere yol açtığı görülür (Tronstad and Langeland 1971, Trowbridge 1981, Bergenholtz 1981, Love and Jenkinson 2002). Ancak, bakteri ürünlerinin bakterilerden önce pulpaya ulaşması nedeniyle pulpada enfeksiyondan önce erken inflammatuar cevap geliştiği görülür (Tagami et al., 1992, Pissiotis and Spangberg 1994, Bergenholtz 2000, Pashley and Liewehr 2006). Başlangıç enflamatuar hücrelerinin infiltrasyonu en çok lenfositler, plazma hücreleri ve makrofajlarda meydana gelir. Bu infiltrasyonda, immunolojik hücreler, antijenik

maddelere karşı cevap olarak, çürük lezyondan pulpaya doğru difüze olurlar. İlave olarak, küçük kan damarlarında ve fibroblastlarda proliferasyon, kollajen fiberlerde de depozisyon olur. Bu enflamasyon süreci, enflamatuar-tamir süreciyle ilişkilidir. Pulpada gelişecek böyle bir enflamasyonun şiddeti açılmış dentin yüzeyindeki tübül sayısına, açık kaldığı sürenin uzunluğuna, açık dentin yüzeyi ile pulpa arasında kalan dentin miktarının kalınlığına ve dişin yaşına bağlıdır. Kalan dentin kalınlığı arttıkça pulpada gelişen enflamasyonun şiddetinin azaldığı, ancak bakteri varlığında kalan dentin kalınlığının pulpa cevabı üzerinde enflamasyon şiddetini azaltıcı bir etki yaratmadığı ve pulpadaki enflamasyonun şiddetlendiği gözlenmiştir (Camps et al., 2000). Çürük süt dişlerinde yapılan bir çalışma sonucunda da dentin kalınlığının %50'sinden daha fazla bir çürük varlığında proksimal yüzeydeki çürük lezyonlarında, oklüzal yüzeye oranla, enflamasyonun daha çok yayılım gösterdiği ve çürük derinliğinin, dentin kalınlığının %50'sinden az olduğu durumlarda ise enflamasyon izlenmediği belirtilmiştir (Kassa et al., 2009).

Çürük nedeniyle pulpa enflamasyonunun yayılımı, bakteriyel enflamasyonun derinliğine, özellikle de dentin geçirgenliğinin dentin sklerozu ve tamir dentini oluşumuyla azalmasına bağlıdır. Dentin sıvısının akışındaki azalma ile birlikte zararlı ve toksik bakteriyel ürünlerin pulpaya doğru difüzyonunun arttığını savunan araştırmacılar, bu durumun hastalığın patogenezini kolaylaştırdığını ileri sürmektedirler. Ancak sürekli bir uyarın olduğu takdirde, pulpadaki immünokompetent hücrelerin ve inflamatuvar sürecin aktive olması sonucu pulpada gelişen iltihabi cevaba bağlı olarak pulpada vazodilatasyon meydana geldiği ve kapiller geçirgenliğin artmasıyla doku sıvı basıncının yükseldiği gözlenerek bu durumun pulpadan dışarıya doğru sıvı akışında artışa neden olarak toksinlerin dentin tübüllerinden içeri girişinin engellendiği belirtilmektedir (Pashley 1990a, Maita et al., 1991, Vongsavan and Matthews, 1992a, Love and Jenkinson 2002). Bunun yanı sıra, çürük nedeniyle, pulpa enflamasyonunun yayılımı, bakteriyel enflamasyonun derinliğine özellikle de dentin geçirgenliğinin dentin sklerozu ve tamir dentini formasyonu ile azalmasına bağlıdır. Sklerotik dentin ya da reperatif dentin yapımının hızlanmasıyla da, dışarıdan gelen zararlı uyarınlara karşı bir savunma cevabı oluşarak bu maddelerin pulpaya doğru olan difüzyonunun azaldığı görülmektedir (Pashley 1996, Jontell et al., 1998, Love and Jenkinson 2002).

2.6. Restoratif İşlemlerin Dentin Geçirgenliği Üzerindeki Rolü

Kavite preparasyonu sırasında minenin kaldırılmasıyla dentin dokusunun açığa çıkması ve bu durumun dentindeki sıvı akışını etkileyerek restoratif materyallerin dentinle olan bağlantısının zayıflatmasının, hem dentin duyarlılığına hem de mikrosızıntıya neden olabildiği bildirilmektedir (Pashley and Carvalho 1997, Pashley et al., 2002). Bunu önlemek amacıyla, dentinin etkin bir şekilde korunması ve kullanılacak restoratif materyallerin dentine bağlanma gücü, polimerizasyon büzülme kuvvetleri, asitle pürüzlendirmenin etkisi, smear tabakasının varlığı, dentin yüzeyinin nemliliği gibi pek çok faktörün göz önünde bulundurulmasının gerektiği rapor edilmektedir (Pashley 1990a, Sturdevant et al., 2002). Kavite preparasyonlarının da dentin geçirgenliği üzerinde rolü olduğuna dikkat çeken araştırmacılar, kavite preparasyonunun hemen arkasından tübül içerisinde ilk anda albumin, fibrinojen ve immünglobulin gibi büyük moleküllü plazma proteinlerinin birikmeye başladığını, preparasyondan sonraki bir hafta içerisinde dentin sıvısından gelen kalsiyum tuzlarının da giderek tübül içerisinde çökeldiğini belirtmektedirler (Pashley et al., 1982, Pashley et al., 1984a, Pashley et al., 1984b, Knutsson et al., 1994). Dentin geçirgenliğinin, kavite preparasyonunu takip eden ilk 6 saat içerisinde azalmaya başladığı ve 14. günün sonunda bu oranın % 94'e ulaştığı gözlenmekle birlikte bu mekanizmanın vital dişlere özgü olduğu, pulpanın vitalitesini kaybettiği durumlarda kavite preparasyonundan sonra dentin geçirgenliğinin arttığı ifade edilmektedir (Pashley et al., 1983b). Bu nedenle, restoratif işlemler esnasında pulpa ve odontoblastlara mümkün olduğu kadar zarar verilmemesi gerektiği ve bunun için kavite prepare edilirken hava-su spreyi yardımıyla ısı artışının engellenmesi ve hava ile kurutulurken dentinin dehidrate edilmesinden kaçınılması gerektiği belirtilmektedir.

2.7. Dentin Geçirgenliğinin Ölçülmesi

Dentinde, kavite hazırlanması, dentindeki sıvı akışını etkileyerek, hem dentin üzerine yerleştirilecek restoratif materyallerin bağlanmasını hem de dentin duyarlılığına ve mikrosızıntıya neden olabildiği için, konu ile ilgili olarak çok sayıda araştırma yapılmıştır (Outhwaite et al., 1974, Reeder et al., 1978, Pashley et al., 1981b, Pashley and Galloway 1985, Derkson et al., 1986, Prati 1994, Prati et al., 1994, Pashley and Carvalho 1997, Vongsavan et al., 2000, Özok et al., 2001, Özok et al., 2002b, Pashley et al., 2002, Sauro et al., 2009).

Dentinin hidrolik iletkenliğini ölçmek, birim zamanda, birim dentin alanından geçen sıvı miktarının belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Bu amaçla geliştirilen ilk sistemlerde, yüksek bir yere konumlandırılmış içi sıvı dolu bir kaptan uzunca bir polietilen hortum yardımıyla disk şeklinde hazırlanmış dentin kesitlerine basınçla su iletilmiştir (Outhwaite et al., 1974, Pashley and Livingston 1978, Reeder et al., 1978). Ancak bu sistemin çalıştırılması için gerekli basınç sağlanamadığından önce oksijen tüpü ve basınçlı kaplar kullanılarak istenen basınç elde edilmiş (Pashley and Galloway 1985, Fogel et al., 1988), sonraki dönemlerde, hidrolik iletkenlik düzeneği yapılan ilavelerle modifiye edilmiştir (Pashley and Depew 1986, Terkla et al., 1987, Prati et al., 1994, Youngson et al., 1999, Gregoire et al., 2005).

Pashley et al.'un (1978a) tanıtmış olduğu yöntemde, hava kabarcığının kapiller boruda dakikada aldığı yol, kapiller borunun altına yerleştirilen milimetrik cetvel kullanılarak gözle ölçüme dayalı, subjektif bir yöntem olması ve farklı okumalar oluşması ihtimali gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu nedenle hidrolik iletkenlik düzeneğine Süleyman Demirel Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (SDÜ BAUM) tarafından 0.001 s hassasiyetle ölçüm yapabilen elektronik fotosensörlü ölçüm sistemi eklenerek, hava kabarcığının otomatik bir şekilde sistem tarafından oluşturulup, fotosensörlerle takip edilmesi sağlanmış ve Ertürk and Kirzioglu (2007), bu yeni cihazı çalışmalarında kullanmışlardır.

2.8. Dentin Çürüğü

Süt dişlerinde çürük dentinin tanımlanmasıyla ilgili çalışmalar çok sınırlı iken daimi dişlerdeki çürükler hakkında çok sayıda çalışma vardır. Bu nedenle süt dişi ve daimi dişlerde farklılıklar olmasına rağmen, çürük dentinle ilgili temel bilgiler daimi dişlere dayandırılmaktadır.

Dentinde çürüğün ilerlemesi, hem demineralizasyon hem de organik materyallerin yıkımını içerdiği için mineden daha komplikedir (Nakornchai et al., 2004). Dentinde inorganik madde oranı mineden daha azdır. Ayrıca dentin tübülleri, hem kimyasal maddelerin hem de mikroorganizma ve ürünlerinin daha derin tabakalara kolayca ilerlemesine neden olur. Bu nedenle çürük, dentinde mineye oranla daha hızlı ilerler (Koray 1981, Lundeen and Roberson 1995). Çürük henüz mine-dentin birleşimine ulaşmadan oluşan ilk değişiklik, dentinde saydam bölge oluşumudur (Bjorndal and Thylstrup 1995). Çürük, mine-dentin birleşimine ulaştığında dentinde demineralizasyon başlar. İlk demineralizasyona çürükten etkilenen mine rodlarının en derin bölgesinde rastlanır ve lezyon ilerlemesiyle dentinin katılımı artarak, dentin tübüllerinin yönünü takip eder. (Bjorndal and Mjor 2001). Dentin çürüğünün ilerlemesi esnasında dokuda meydana gelen değişiklikler şöyle açıklanmaktadır;

- (1) Zayıf organik asitler ile dentinin demineralizasyonu,
- (2) Dentinin organik materyalinin, özellikle de kollajenin, dejenere olup çözünmesi,
- (3)Yapısal bütünlüğün bozulmasını takiben bakterilerin istilasası (Lundeen and Roberson 1995).

Dentin çürüğünde histolojik olarak 5 ayrı bölge tanımlanmıştır. Bu bölgeler arasındaki farklılıklar, yavaş ilerleyen lezyonlarda, hızlı ilerleyenlere oranla daha belirgindir (Lundeen and Roberson 1995). Dentin çürüğünde dıştan içe doğru sıralanan, birbirinden farklı bu beş bölge yumuşama, bakteri hücum, demineralizasyon, saydam ve tersiyer dentin bölgeleri olarak tanımlanabilir. Yumuşama (dekompoze dentin) bölgesi, dentin yapısının tamamen bozulduğu, dentin çürüğünün en dış tabakasıdır. Histolojik incelemelerde, dentin tübüllerinde ve intertübüler dentin bölgesinde bol miktarda mikroorganizma ve ileri derecede

demineralize olmuş dentin dokusu görülür. (Koray 1981, Silverstone and Mjor 1988, Lundeen and Roberson 1995).

Bakteri hücum bölgesi, dentin çürüğünde en önemli değişikliklerin görüldüğü, tübüller içinde çoğalan bakterilerin, koloniler oluşturarak büyüdükleri ve dentin tübülünün harabiyetine ve genişlemesine neden olduğu bölgedir. Yıkım ilerledikçe harap olan kanal duvarı, komşu intertübüler dentine açılarak, bu kısımda proteolizine neden olur. Mineralizasyon çok düşüktür ve kollajen yapıları geriye dönüşümsüz olarak bozulmuştur (Lundeen and Roberson 1995).

Demineralizasyon bölgesi, intertübüler matriksin etkilendiği ve dentin kanallarının tıkanıdığı, ince bir tabakadır. İntertübüler dentinde mineral kaybı vardır ve dentin tübüllerinin lümeninde çok sayıda büyük kristaller mevcuttur. Hasar görmemiş kollajenler, intertübüler dentinin remineralizasyonuna yardımcı olabilir. Bu nedenle pulpa vital kaldıkça bu bölge kendi kendini tamir etme yeteneğine sahiptir (Lundeen and Roberson 1995).

Saydam (transparan, skleroze) dentin bölgesi, lezyonun en derin bölgesidir. Bu tabakada dentin tübülleri içinde mineraller çökerek asitlerin ve toksik maddelerin difüzyonunu, proteolitik enzimlerin difüzyonunu ve bakterilerin tübül boyunca ilerlemesini engelleyecek mineralize bir bariyer oluşturur. Mikroradyografide, saydam tabaka, normal dentine kıyasla radyopak görülür (Ogawa et al., 1983). Dentin tübülleri, odontoblastların peritübüler dentin matriksini salgılayarak kademeli olarak geri çekilmesi veya demineralize dentin dokusunun oluşturduğu mineral tuzlarının çökmesi sonucu tıkanır. Çözülen minerallerin çoğu, zamanla kaybolur ve dentinin yumuşamasına neden olur. Bununla birlikte bazı mineraller tübüller içerisinde tekrar çökerek yüksek derecede mineralize saydam tabakayı oluşturur.

Tersiyer dentin tabakası çürük lezyonunun pulpaya bakan yüzünde oluşarak, ilerleyen lezyon ile pulpa arasındaki doku miktarını artırır. Primer ve sekonder dentinden ayırt edilemeyecek kadar düzgün bir yapıda olabileceği gibi, birkaç tübülün olduğu veya hiç tübülün bulunmadığı, hücre kalıntılarının ve çok sayıda interglobüler bölgenin mevcut olduğu oldukça değişmiş bir doku şeklinde de olabilir (Mjor, 1985, Berkovitz et al., 2002).

Dentin çürüğünün histolojik olarak 5 ayrı bölgede incelendiği bu sınıflandırmanın yanı sıra Kato and Fusayama (1970), ultrastrüktürel düzeyde,

köpeklerde yapay olarak dekalsifiye edilmiş yumuşak dentinde iki farklı tabakanın mevcut olduğunu tanımlamışlardır. Araştırmacılar, yüksek derecede dekalsifiye olan enfekte dış tabakanın nekrotik olduğunu ve yeniden kalsifiye olamayacağını, bunun altındaki orta derecede dekalsifiye olan enfekte olmayan iç tabakanın ise canlı olduğunu ve yeniden kalsifiye olabileceğini bildirmişlerdir. Fusayama and Terachima (1972), insan dişlerindeki doğal çürükte de bu iki tabakanın varlığını tespit etmişlerdir. Shimizu et al. (1981), iç çürük dentinin çapraz kesitinin normal dentine benzer yapı gösterdiğini ve peritübüler dentin kalınlığının iç çürük dentininde değişim göstermediğini; ayrıca peritübüler dentinin içindeki lümeninde yer alan kristallerin normal dentinde izlenemezken, genelde iç çürük dentininin derin tabakalarında gözlendiğini, bazı kristallerin iç çürük dentininde yüzeye doğru azalırken, dış çürük dentininde hemen hemen tamamının görünmez hale geldiğini belirtmiştir. Ogushi and Fusayama (1975), dış tabakada düzensiz biçimde saçılmış inorganik kristaller ile dejenere olmuş kollajen liflerin mevcut olduğunu, odontoblastların yok olduğunu ve dentin kanallarının bakterilerle tıkanıp; iç tabakada ise, sağlam kollajen lifler ve bunlara bağlı apatit kristallerinin olduğunu ve bakterilerin bulunmadığını tespit etmişlerdir. Bu iki tabakadaki kollajen liflerde moleküller arası bağlantının biyokimyasal olarak karşılaştırıldığı bir çalışmada ise; iç tabakadaki kollajenin çapraz bağlarının kısmen değişikliğe uğradığı, bunun aksine dış tabakadaki kollajenin geri dönüşümsüz olarak denature olduğu gösterilmiştir (Kuboki et al., 1977, Shimizu et al., 1981).

Klinik terminolojide dentinin dış tabakası; enfekte yani kaldırılması gereken, dentinin iç tabakası ise; etkilenmiş yani kaldırılması gerekmeyen olarak adlandırılmaktadır. Enfekte dentin, hem yumuşamıştır hem de bakterilerle kontamine olmuştur (yumuşama bölgesi ve bakteri hücum bölgesi). Etkilenmiş dentin ise (demineralizasyon bölgesi ve saydam dentin bölgesi) yumuşamasına ve demineralize olmasına rağmen bakterilerin istilasına uğramamıştır (Lundeen and Roberson 1995). Çürükten etkilenen dentinde kollajen fiberler düzgün çapraz bağ yapısında kalır (Ogushi and Fusayama 1975). Kollajen moleküllerinin stabilizasyonunda önemli olan kollajen çapraz bağlar, normal dentinle karşılaştırıldığında benzer bulunmuştur (Kuboki et al., 1977). Nakorchai et al.,'un (2004), süt dişlerinde, kollajen çapraz bağlar ile ilgili hazırladıkları ilk çalışmada, dış çürük dentinin yapısının normal

dentinle karşılaştırıldığında önemli ölçüde bozulduğunu, iç çürük dentinin ise normal dentinle karşılaştırıldığında bir farklılık sergilemediği gösterilmiştir.

Hem köpek hem de insan dentininde, çürüğünün iç tabakasının demineralizasyon sonucu kısmen yumuşamış olmasına ve bir miktar bakteri içerebilmesine rağmen, remineralizasyon potansiyeli olduğunu, normal sertliğini kazanabileceği ve bu nedenle korunması gerektiğini belirtilmiştir (Kato and Fusayama 1970). Bu tabakada ki kalsiyum miktarının zamanla artış gösterdiği de ifade edilmiştir (Fusayama 1980). Kidd et al. (2003) ise, bu iki tabakanın klinik olarak ayırt edilmesinin zor olduğuna dikkat çekerek çürüğün pulpaya uzak olduğu ve pulpa perforasyonu riski olmadığı durumlarda, yumuşak ve enfekte dentin tabakasının tamamen uzaklaştırılması gerektiğini savunmuşlardır. Bununla birlikte çürük pulpaya çok yakın ise, sert olduğu tespit edilen bu çürük dentinin, bir miktar bakteri içerse bile, tübüler skleroz ve tersiyer dentin oluşumunu desteklemek amacıyla kavitede bırakılabileceğini ifade etmişlerdir.

2.8.1. Pulpa-Dentin Kompleksinin Çürüğe Karşı Savunma Reaksiyonları

Vücuttaki diğer tüm canlı dokular gibi, kendini savunma kapasitesine sahip olan pulpa-dentin kompleksinin, çürüğe karşı savunma reaksiyonları; dentin tübüllerinin sklerozu ile dentin geçirgenliğinin azalması, tersiyer dentin oluşumu ve pulpanın enflamatuar yanıtıdır (Trowbridge 2002, Kidd et al., 2003). Dentin sklerozu en sık karşılaşılan savunma reaksiyonudur ve neredeyse tüm çürük lezyonlarının periferinde görülür. Antijenik ve diğer iritan maddeler dentin tübüllerinden difüze olarak pulpaya ulaşır. Bu nedenle dentin tübüllerinin geçirgenliği, pulpada meydana gelen yaralanmanın derecesini belirleyen önemli bir faktördür (Trowbridge 2002).

Dentinde skleroz oluşabilmesi için tübüller içerisindeki odontoblastların canlı olması gerekir. Ancak, aktivitesi yüksek olan çürük lezyonlarında, skleroz oluşumundan önce odontoblastların ölümü gerçekleşebilir. Bu durumda tübüller içerisindeki odontoblastlar parçalanır ve “ölü sahalar” oluşur. Pulpa canlılığını koruduğu sürece, bu ölü sahaların pulpaya bakan yüzeyinde tersiyer dentin depolanır (Trowbridge 2002). Primer ve tersiyer dentin sınırında, tübüller arasında iletim

yoktur. Bu bölge, toksik ve irrite edici maddelerin pulpaya ulaşmasını engelleyen bir bariyer olarak görev yapar ve böylelikle dentin geçirgenliğini azaltır (Mjor, 1985).

Pulpadaki enflamasyona neden olan uyaran uzun süre devam ederse toksinler pulpaya ulaşarak kronik enflamasyona neden olur. Mikroorganizmaların pulpaya ulaşması ise, akut enflamasyon tablosunu ortaya çıkartır. Kronik enflamasyonda hücresel değişiklikler ağır basar; kollajen üretiminde artış meydana gelirken, akut enflamasyonda damarsal değişiklikler baskın olarak görülür. Enfeksiyon, pulpa enflamasyonunun en yaygın nedenidir ve çürük, en yaygın mikrobiyal kaynaktır. Dentin çürüğü, kronik enflamatuar hücrelerin (makrofaj, lenfosit ve plazma hücreleri) pulpada odontoblast tabakası yakınında toplanması ile sonuçlanır. Bu kronik enflamatuar reaksiyon, bakteri toksinlerinin dentin tübüleri boyunca hareketiyle oluşur (Kidd et al., 2003).

Çürük ile ilişkili pulpa enflamasyonunun şiddeti; bakteriyel penetrasyonun derinliğine ve ayrıca dentin geçirgenliğinin, dentin sklerozu ve tersiyer dentin oluşumu ile ne kadar azaltıldığına bağlıdır (Trowbridge 2002). Bakterilerin dentine penetrasyonu ile pulpanın durumu arasındaki ilişkiyi çürük bulunan daimi dişlerde inceleyen bir çalışmada, bakterilerin pulpaya olan uzaklığı; tersiyer dentin kalınlığı da dahil olmak üzere, 1,1 mm ve daha fazla ise pulpada önemli patolojik değişikliklerin gözlenmediği ve enflamatuar cevabın ihmal edilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir (Reeves and Stanley 1966). Ancak çürük lezyonu, pulpaya 0,5 mm yaklaştığında enflamasyon miktarında önemli bir artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca tersiyer dentin bakteriler tarafından istila edildiğinde, reaksiyonun derecesinin arttığını; apse ve büyük miktarda granülasyon dokusu meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Daimi dişler üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, bakterilerin pulpaya uzaklığının 0,8 mm'den fazla olduğu durumlarda pulpada enflamasyon belirtisinin olmadığı, ancak kalan dentin kalınlığının 0,3 mm'den az olduğu durumlarda önemli derecede pulpa enflamasyonunun görüldüğü belirtilmiştir. (Shovelton 1968).

Çürük süt dişi ile ilgili yeterli sayıda çalışma olmaması nedeniyle süt dişi ve daimi dişlerde farklılıklara rağmen çürük dentinle ilgili temel bilgiler genellikle daimi dişlere dayandırılmaktadır. Süt azı dişlerinde, bakterilerin yayılımı ile pulpanın histolojik durumu arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada, bakterilerin pulpaya

olan uzaklığının 1,8 mm'den fazla olduğunda pulpada enflamatuar değişikliklerin olmadığı, 1,8 mm'den az olduğu durumlarda enflamatuar değişikliklerin görülmeye başlayabileceğini; 0,9 mm kalınlığında sağlam dentin bulunduğu durumlarda pulpanın sağlıklı olduğunu, 0,6 mm mesafe kaldığında ise pulpada enflamasyon görüldüğü belirterek, süt dişlerinde sürekli dişlere oranla çürüğe karşı pulpa cevabının daha hızlı olduğunu ifade etmişlerdir (Rayner and Southam 1979). Çürüklü ve çürüksüz süt dişlerinde hazırlanan başka bir çalışmada, pulpa boynuzu bölgesindeki ve kronun orta bölgesindeki pulpada, daimi dişlere oranla belirgin olarak daha fazla lökosit bulunduğunu; bu nedenle süt dişlerinde enflamatuar hücre cevaplarının daha hızlı oluşabileceğini bildirilmiştir. Bununla birlikte, hem süt hem de sürekli dişlerde, çürüğün ilerlemesi ile pulpada lökosit artışı ve lokalize enflamatuar cevap gözlenmiş ve pulpa iyileşmesi açısından süt ve sürekli dişlerin benzer potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Rodd and Boissonade 2006). Süt dişlerinde rezorbsiyon sürecinde pulpanın durumu hakkında hazırlanan araştırmalarda, özellikle immun hücre sayısı ile tipi arasındaki ilişki üzerine çalışılmaktadır. Genel bir fikir birliğine göre, rezorbsiyonun başlangıcından düşmeye kadar olan zaman süresince pulpanın enflamatuar hücrelerinin hepsinin sayısının arttığı belirtilmiştir (Rölling 1981, Sasaki et al., 1990, Sahara et al., 1993, Eronat et al., 2002, Bolan and Rocha 2007). Spesifik immun hücre popülasyonundaki değişiklikler ile ilgili olarak, çalışmalarda ilerlemiş kök rezorbsiyonunda makrofajların T ve B lenfositler kadar sayılarının arttığı rapor edilmiştir (Angelova et al., 2004, Simsek and Durutürk 2005). Simsek and Durutürk (2005), hem çürük hem de çürük olmayan dişleri inceledikleri çalışmalarında, çürüksüz dişlerde rezorbsiyon sırasında sadece yıkıcı hücrelerin sayısının önemli miktarda arttığını belirtmişler ve süt dişlerinde ilerleyen çürük lezyonunun varlığına ve fizyolojik kök rezorbsiyonuna rağmen, iyileşme ve savunma kapasitesinin devam ettiğini göstermişlerdir. Süt dişlerinde fizyolojik kök rezorbsiyonunun başladığı dönemde apikal bölgede meydana gelen sirkülasyon bozukluğunun reperatif dentin oluşumunu geciktirebileceği de öne sürülmüştür (Kopel 1992). Ayrıca çürük varlığında, süt dişi pulpasında fizyolojik kök rezorbsiyonuna bağlı olarak gelişen yaşlanma sürecinin hızlandığı ve yapılan tedavilerin başarı şansının da azaldığı belirtilmektedir (Obersztyen 1963, Torgersen et al., 1995). Kassa et al. (2009), hazırladıkları

çalışmada çürük süt dişlerinde, enflamasyonun derecesine göre pulpada çürüğün etkisini 5 gruba ayırarak tanımlamışlardır.

Bu gruplandırmaya göre;

- **Enflamatuar değişikliğin olmadığı normal pulpa yapısı:** Pulpa-dentin kompleksinde enflamatuar değişiklik bulunmamıştır. Bu durum tamir dentininin varlığı, normal odontoblast ve hücresiz tabakanın varlığı ile ispatlanmaktadır.
- **Enflamatuar değişikliğin odontoblast tabaka ile sınırlı olduğu pulpa yapısı:** Lokalize değişiklikler sadece odontoblast tabakadadır ve hücresiz alana uzanmamaktadır. İnce bir tabaka tamir dentini ve normal veya çok az değişiklik göstermiş odontoblast hücre tabakası mevcuttur.
- **Enflamatuar değişikliklerin sadece çürüğe komşu pulpa bölgesi ile sınırlı olduğu yapı:** Enflamatuar değişiklikler odontoblast tabakaya ve hücresiz alanın ilerisine ulaşmıştır ama bu durum çürüğe komşu alandaki pulpa ile sınırlıdır. Kalın veya devamlılığı bozulmuş tamir dentini, apseli veya nekrotik odontoblast hücreleri, hiperemi, fibrozis veya ortadan şiddetliye dek uzanan enflamatuar hücre infiltrasyonu gösteren bozulmuş hücresiz tabaka varlığı söz konusudur.
- **Enflamatuar değişikliklerin kron pulpasıyla sınırlı olduğu durumlar:** Değişiklikler ilk olarak koronal pulpaya ulaşmış henüz kök pulpasına ulaşmamıştır. Koronal pulpada şiddetli enflamatuar hücre infiltrasyonu mevcuttur.
- **Enflamatuar değişikliklerin hem kron hem de kök pulpasında olduğu durumlar:** Bu durum enflamasyonun en ileri formudur. Tüm değişiklikler kronla birlikte kök pulpasında da izlenmektedir şeklinde belirtilmiştir.

2.9. Flor ve Dental Florozis

Tüm elementler içinde en reaktif ve en elektronegatiflerden biri olan flor, iyonik çapının küçük olması sebebiyle kimyasal reaksiyonlara kolayca girebilmektedir. Çevresindeki elementlerle çok çabuk reaksiyona girdiğinden nadiren serbest ya da element formunda bulunmaktadır (Smith 1988, Fejerskov et al., 1996, Li et al., 2001). Flor gazının, doğada minerallerle oluşturduğu bileşikler (sodyum florid, kalsiyum florid vb.) neticesinde florid iyonu oluşur.

İnsan organizması florla pek çok şekilde tanışabilir. Doğada su kaynaklarında, havada, toprakta, balık ve çay gibi besinlerde flor bulunmaktadır (Fejerskov et al., 1996). Flor, çürükten korunma amacıyla pek çok ülkede içme sularına eklenmektedir (Pendrys et al., 1994, Kargül et al., 2003, Maguire et al., 2005, Meyer-Lueckel et al., 2006, Mandinic et al., 2010). Diş hekimliğinde sıklıkla kullanılan flor içerikli ürünler, sistemik veya lokal olarak uygulanabilmektedir. Lokal olarak uygulanan florun bir kısmı yutulur ve sistemik dolaşıma geçebilir (Fejerskov et al., 1996, Ismail and Bandekar 1999, Riordan 1999).

Diş ve kemik dokularının mineralizasyonu için de faydaları bulunan flor, aşırı miktarlarda vücuda alındığında bu dokularda birikme eğilimi göstermektedir (Li et al., 2001, Bartlett et al., 2005, Clark et al., 2006). Yüksek dozların tek seferde alınmasında veya küçük dozların kronik olarak uzun süreli alınmasında akut gastrit, böbrek rahatsızlıkları, dişsel ve iskeletsel florozis gibi yan ve toksik etkiler görülebilir (Fejerskov et al., 1996).

Dental florozis, sağlıklı bireyler için önerilen optimum miktarın üzerindeki florun dişlerin gelişimi sırasında, sistemik olarak alımı ile meydana gelen, normal mine yapısına göre pöröziteler ile karakterize bir tablodur.

Oluşan florotik mine, histopatolojik olarak incelendiğinde, iyi mineralize bölgeye kadar uzanan, yüzeyaltı pörözitelerin bulunduğu görülür. Florozisin klinik görünümü diş yüzeyi boyunca uzanan beyaz opak çizgilerden, minenin tüm bölümlerinde gözlenen tebeşirimsi beyaz görünüme kadar değişebilmektedir. Florozisin şiddeti arttıkça pöröziteler, minenin çukurcuklu görünümüne sebep olacak şekilde, mine-dentin birleşim bölgesine kadar uzanır ve diş sürdükten sonra mine yüzeyinde kırılmalar oluşur. Açığa çıkan, yüzeyin altındaki pöröz minede

lekelenmeler meydana gelir (Nelson et al., 1983, Den Besten 1999). Genel olarak oluşan lekeler, pörözitenin derecesine bağlıdır. Fakat bireyin diyet alışkanlıkları lekelenmede etkili olacağı için, renklenme tek başına şiddetin derecesini belirlemez (Den Besten 1999). Dental florozisin, çok şiddetli formlarında, diş ağız boşluğuna tebeşirimsi beyaz şekilde sürer. Dişteki pörözitenin derecesi minenin fiziksel kuvvetini azaltır ve minenin yüzeyel tabakası kırılır. Dış minenin bazı kayıpları kesici kenar ve tüberkül tepeleri boyunca yer alır. Daha ileri olgularda okluzal yüzeylerin hızlı bir şekilde aşınması gözlenir (Fejerskov et al., 1996, Den Besten 1999, Warren et al., 1999).

Hafif tip floroziste, yalnızca minede histolojik değişiklikler görülürken, şiddetli olgularda dentin de etkilenmektedir. Dentinde bulunan apatit kristallerinin mineye oranla daha küçük ve daha az kristalize olması, kristallerin yüzey alanının fazla olması, tübüler yapı ve doku hidrasyon derecesinin yüksek olması nedeniyle, dentinin flor alım kapasitesi artmaktadır (Elliott and Smith 1960, Singer and Armstrong 1969). Dentin oluşumunun devamlı olması ve florun mineralizasyon aşamasında birikmesi ile dentindeki flor miktarı hayat boyu artmaktadır. Dentindeki flor miktarı, sistemik dolaşımda bulunan flora bağlı olarak değişim gösterdiği için, vücuttaki toplam flor miktarının göstergesi olarak değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, flor oranının dentinin pulpa yüzeyleri boyunca en yüksek olduğu ve bu bölgelerde devamlı bir flor emiliminin varlığı da gösterilmiştir (Ten Cate 1994). Vieria et al. (2006), daimi dişlerdeki florozis şiddeti ile dentinin yapısal ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmada, minedeki flor miktarı ile dentindeki flor miktarı arasında bir ilişki bulunmazken, dentinin flor içeriğinin florozis şiddeti ile birlikte artış gösterdiğini ve dentinin flor içeriği arttıkça dentin kanallarının sayılarının ve genişliklerinin de arttığı rapor etmektedir.

Florozis şiddeti, flordan etkilenme miktarıyla mineralizasyon periyodu arasındaki ilişkiye bağlı olması nedeniyle, süt dişlenmesindeki dental florozis, genellikle daimi dişlerden daha nadir ya da hafif şiddette görülmektedir. Fakat süt dişi florozisi de bir dereceye kadar dantela tarzında, tüysü ya da bulutlu gibi görünüm verir. Süt dişi minesindeki florotik sahalar perikimatik çizgileri takip etmez (Warren et al., 1999). Bunun bir nedeni, perikimatanın süt dişlerinde genellikle olmaması ya da daha az yer almasıdır (Ten Cate 1994). Bu florotik sahalar özellikle

doğumdan önce oluşur. Süt dişi minesinin daimi diş minesine göre daha ince ve tipik olarak daha beyaz olması nedeniyle, süt dişi florozisi genel olarak daimi diş florozisindeki kadar opak olarak gözlenmez. Bu yüzden etkilenen ve etkilenmeyen sahalar arasındaki sınır, süt dişinde daimi dişe göre daha az belirgindir. Süt dişi florozisi sıklıkla süt azılarının bukkal yüzlerinin servikal kısımlarında gözlenmektedir. Süt azılarının okluzal yüzelerindeki florozis, marjinal sırt ve daha az oranda da transvers sırtları takip eder. Süt dişi tüberkül tepelerindeki kar şapkası görünümü, genellikle daimi küçük ve büyük azıların okluzal yüzlerinde görülür ve aşınmadan dolayı daha az belirgin olarak gözlenebilmektedir (Warren et al., 1999). Süt azılarının bukkal ve lingual yüzlerinin gingival kısımlarındaki diş florozisi, bazen aktif ya da aktif olmayan beyaz nokta şeklindeki çürük lezyonlarına benzerlik gösterebilmektedir. Süt dişi florozisi, çürüğe bağlı demineralizasyondan, yumuşak doku kenarına yakınlığı ile ayrılabilir. Beyaz nokta lezyonları yumuşak doku kenarını yakın takip eden ince bantlar olarak görülür ve plak birikimi olan sahalarla ilişkilidir. Fakat süt dişi florozisi genellikle ince bantlar şeklinde sınırlanmış değildir ve sıklıkla yumuşak doku kenarından krona doğru uzanır. Ayrıca birinci süt molarları, sıklıkla bukkal yüzlerinde görülen, dişin renginden daha beyaz, farklı bir tümsek ya da çıkıntıya sahiptir ve bu florozisi taklit eden bir görüntü oluşturur. Buna rağmen, süt dişi florozisi bu çıkıntının beyazlığından ayırt edilebilir. Çünkü florozis renk açısından daha farklı bir görünüme sahiptir ve genellikle çıkıntının bulunduğu bölgenin dışında yer alır (Thylstrup, 1978). Warren et al. (1999), süt dişi florozisinin karakteristiğini şu şekilde belirlemişlerdir:

- Süt dişi florozisi genellikle daimi diş florozisinden daha nadir ve hafif şiddette görülen ve yeterli ışık kaynağı olmaksızın belirlemenin zor olabileceği bir durumdur.
- Süt dişi florozis oranı ve şiddeti doğrudan su flor seviyeleriyle ilişkilidir.
- Yüksek su flor seviyelerine sahip bölgelerde süt dişi florozisi tüm dişlerde gelişebilir, fakat süt molarlarda diğer süt dişlerine göre daha şiddetli ve sık gözlenir.
- Normal veya normalin altında su flor seviyelerine sahip bölgelerde süt dişi florozisi genellikle süt azılarında sınırlanmıştır.

- Flor içeren ürünlerin erken kullanımı da süt dişi florozis ile bağlantılı olabilmektedir.
- Düşük flor seviyesine sahip bölgelerdeki prenatal flor alımı süt dişi florozisi gelişimi üzerinde tam etkili değildir.

Süt ve daimi dişler için, yüksek flor konsantrasyonundan etkilenen en hassas diş gelişim dönemleri, salgılama ve erken olgunlaşma dönemleri olarak bildirilmektedir (Den Besten 1999, Levy et al., 2002, Robinson et al., 2004). Kesici dişler için 1-3 yaşları arasındaki dönem, 4-5 yaş arasındaki döneme göre dental florozis gelişimi açısından daha riskli ve hassas bir dönem olduğu ve özellikle mine formasyonunun olgunlaşma safhasının florozis gelişimi için daha riskli olduğu bildirilmektedir (Aoba and Fejerskov 2002). Yüksek konsantrasyonda florun, hem salgılama safhasında hem de sonrasında alındığında, oluşacak dental florozisin şiddeti daha çok artacağı da bildirilmektedir (Den Besten 1999, Aoba and Fejerskov 2002).

Warren et al. (1999), süt dişlerinde florozis gelişimini çok yüksek su flor seviyesine sahip bölgeler haricinde postnatal bir durum olarak değerlendirmiştir. Anneden bebeğe flor geçişinde plasentanın bariyer görevi görmesine bağlı olarak, süt dişlerinde daimi dişlere göre daha ılımlı florozis formlarının görüldüğü belirtilmiştir (Gedalia and Shapira 1989). Bir dişin dış mine tabakasındaki florun çoğu sürme öncesinde mine olgunlaşması periyodu sırasında birikmektedir. Bu gelişimsel periyot süt dişlerinde sadece 1-2 yıl sürerken, daimi dişlerde 4-5 yıl gibi uzun bir süreyi kapsamaktadır. Süt dişlerinin daimi dişlere göre mine formasyonu ve olgunlaşma periyotlarının daha kısa sürmesi, buna ilaveten prenatal gelişimleri sırasında karşılaştıkları daha düşük fetal kan flor konsantrasyonları süt dişlerinde dental florozisin daha nadir ve ılımlı görülmesinin nedeni olarak açıklanabilir (National Research Council, Commission on Life Sciences, 1993). Diyet ile alınan flor miktarına, iklime, bireysel, fizyolojik ve metabolik faktörlerin varlığına bağlı olarak aynı su kaynağından flor alımı olmasına rağmen florozis şiddetinde farklılıklar görülebilir (Levy 2002, Mandinic et al., 2010).

Süt dişi dentininin flor içeriği, fizyolojik rezorpsiyonun ortaya çıkması ile daimi dişlere göre farklılık göstermektedir. Süt dişi dentininin pulpal yüzeylerinin flor içeriği, kök oluşunu sırasında artarken, rezorpsiyon döneminde azalmaktadır. Çok köklü süt dişlerinin oluşması ve kök rezorpsiyonu, daha uzun sürede meydana geldiğinden, süt dişi dentininin flor miktarındaki değişimler daha belirgin olarak izlenmektedir (Fejerskov et al., 1996).

2.9.1. Dental Florozis İndeksleri

Dental florozis tablosunun popülasyondaki veya bireylerde prevalans ve şiddetini tanımlamak amacıyla, duyarlı, kesin ve geçerli olan bir sınıflama sistemi kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla geliştirilmiş farklı dental florozis indeksleri mevcuttur. (Dean 1934, Thylstrup and Fejerskov 1978, Burger et al., 1987, Pendrys 1990, Rozier 1994, Pereira and Moreira 1999, Layola-Rodriguez et al., 2000, Bartlett 2005).

Dean'in Dental Florozis İndeksi, Dean (1934), tarafından geliştirilmiş altı skorlu florozis indeksidir. Bu indeks Moller (1982) tarafından modifiye edilmiştir.

Thylstrup&Fejerskov İndeksi (TFİ), Thylstrup and Fejerskov (1978), tarafından oluşturulan, dental florozis biyolojik etkilerine dayandırılarak on kategori ile histopatolojik bulgular ve florozis makroskopik görüntüsünü birleştirilerek gruplandırılma yapabilmektedir. TFİ'nin, klinik çalışmalarda ve analitik epidemiyolojik çalışmalarda kullanılmasının uygun olacağı belirtilmiştir (Fejerskov et al., 1996, Pereira and Moreira 1999).

Florozis Risk İndeksi, Pendrys (1990), tarafından dental florozis tablosunun analitik, epidemiyolojik çalışmalarında kullanılmak üzere geliştirilmiş bir sınıflama sistemidir.

Diş Yüzey Florozis İndeksi (Rozier 1994), restore edilmemiş her diş yüzeyi için bölümlü bir değer verilen sekiz skorlu bir indekstir. Estetiğin temel alındığı çalışmalarda ve risk faktörlerinin tanımlandığı durumlar ile dişlerin temizlenemeyip kurutulamadığı durumlarda kullanılmasının uygun olacağı bildirilmiştir (Pereira and Moreira 1999).

Süt Dişleri için Dental Florozis İndeksi (SDDFİ), süt dişlenmesinde görülen florozis, için geliştirilen bir indeks olup, süt dişlenmesi için geliştirilen tek indekstir (Layola-Rodriguez et al., 2000). Ancak, daimi diş florozis indekslerinden TFİ'nin, süt dişlerinde florozisin sınıflamasında en çok kullanılan ve diğer indekslerle karşılaştırıldığında süt dişleri için en uygun bulunan indeks olduğu belirtilmiştir (Burger 1987). Süt dişlerindeki florozisin tespitinde TFİ ve Dean indeksleriyle değerlendirmeler yapıldığında, iki sınıflandırma sisteminin de benzer prevalans gösterdiği, fakat şiddet derecesinin daha çok çeşitlilik gösterdiği için, TFİ'nin Dean indeksinden daha yüksek bir değer sergilediği gözlenmiş ve TFİ'nin daha detaylı ve hassas olarak nitelendirilmiştir (Burger 1987, Rozier 1994).

2.9.2. Florozisli Diş Dentininin Kimyasal, Biyokimyasal ve Histopatolojik Özellikleri

Klinik olarak, florozisli dişlerin şiddeti arttıkça, flor miktarlarındaki artış yalnızca yüzeysel mine tabakalarında değil, aynı zamanda derin minede de görülmektedir. Sürme sonrasında, şiddetli yüzey harabiyeti gözlenen dişlerde, oldukça düzensiz flor konsantrasyonlarının bulunması, florun sürme sonrası dönemde ağız ortamından alındığını göstermektedir (Richards et al., 1989, Fejerskov et al., 1996).

Florozisli dişlerin, dentininde görülen biyokimyasal değişimleri normal dentinle karşılaştıran ve kesin sonuçlar ortaya koyan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Milan et al., 1999, Waidyasekera et al., 2007). Florozisli mine ve dentin dokusunda yapay çürük oluşturan bir in vitro çalışmada (Waidyasekera et al., 2007), florozis şiddeti arttıkça dentinde oluşan demineralizasyon bölgelerinin derinliğinin arttığı gösterilmiştir. Ayrıca, florozisli dentinde bulunan fosfoproteinlerin yapısının, biyokimyasal olarak değiştiği in vivo olarak rapor edilmiştir (Milan et al., 1999).

Dental florozisin ılımlı formlarında, minede sadece histolojik değişiklikler izlenirken, şiddetli florozis olgularında dentin de etkilenmektedir. Bu değişiklikler hipomineralize olan pulpal dentin kısmında belirgin olarak izlenebilen, Von Ebner çizgilerinde genişleme şeklinde gözlenir. Şiddetli florozisi olan insan molarından

alınan mikroradyografilerde, hipomineralizasyon bantları sonucu pulpaya doğru genişlemiş olan dentindeki tabakalı özelliğın oldukça arttığı gözlenmiştir (Fejerskov et al, 1977).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu aşama;

- Örneklerin toplanması ve hazırlanması,
 - Dentin geçirgenliğinin ölçüleceği sistemin hazırlanması,
 - Dentin geçirgenliğinin ölçümü,
- olarak üç alt başlıkta yürütüldü.

3.1. Örneklerin Toplanması ve Hazırlanması

Çalışma öncesinde, Etik Kurul'dan (Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu, 16.04.2008 tarih ve 03/10 sayılı karar), ilgili onaylar alındı ve çalışmaya dâhil edilen tüm çocukların ebeveynleri çalışma hakkında bilgilendirildi.

Çekim endikasyonu konulmuş, Isparta ilinde yüksek su flor oranına (>0,79-3,40 ppm) sahip olduğu bildirilen (Kır 1996) semtlerde oturan, farklı derecelerde florozisli dişleri olan ve aynı şekilde Isparta dışından, suları flor yönünden fakir olduğu bilinen (<0.3 ppm) çevre yerleşim bölgelerinden gelen, sağlıklı ve çürük dişleri olan hastalar belirlenerek, tüm hastaların çekilen dişleri % 10'luk formalin içerisinde biriktirildi. Hem çalışma hem kontrol grubundaki hastaların doğduğundan beri aynı yerleşim bölgesinde oturuyor olmasına dikkat edildi.

Çekim sırasında oluşabilecek mine çatlakları ve kırıklar, sonuçları olumsuz yönde etkileyeceğinden dişler büyüteç altında incelendi ve herhangi bir çatlak, kırık veya restorasyon içermeyen dişler çalışma kapsamına alındı.

Süt dişlerinde yakın derecelerde yanılma olasılığı nedeniyle dişlerin florozis şiddetine göre sınıflandırılmasında, TFİ'nin (Thylstrup and Fejerskov 1978), modifiye edilmiş şekli kullanıldı. Hafif florozis grubu için TFİ 1 ve 2, orta florozis grubu için TFİ 4 ve 5, şiddetli florozis grubu için TFİ 7 ve 8 dental florozis derecesi sergileyen dişler çalışmaya dâhil edildi. Ancak şiddetli florozise sahip diş

sayısı yeterli olmadığı için bu grup oluşturulamadı. Florozisi olmayan [F(0)], hafif florozisli [F(1)] ve orta florozisli [F(2)] olmak üzere 3 grup oluşturuldu.

Çürük lezyonun derinliği standart cihazda (Gendex DC X-ray unit; Gendex, Des Plaines, IL, USA), her bir dişten periapikal radyografi alınarak, Wenzel et al.'un (1990) çalışmasındaki yöntem modifiye edilerek derecelendirildi. Pulpayı içerisine alan derin dentin çürükleri [Ç(3)] çalışmaya dâhil edilmedi.

Ç(0): çürüksüz

Ç(1): yüzeysel dentin çürüğü

Ç(2): derin dentin çürüğü

Ç(3): pulpayı içine alan derin dentin çürüğü

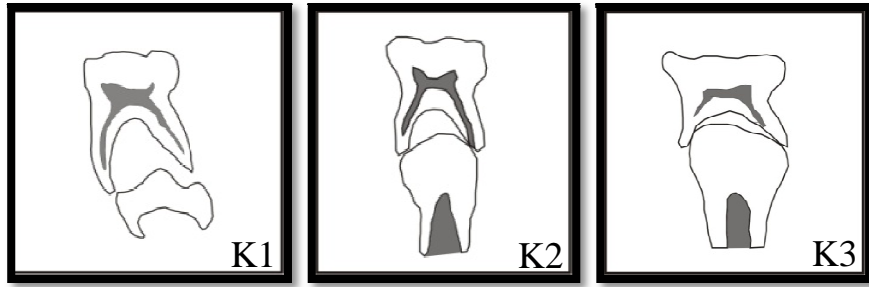
Çürüğün, hangi derinlikte olduğu alınan radyografilerin dijitalize edilmesi ve dentinin, mine ve pulpa arasındaki toplam kalınlığının 4 bölgeye bölünmesi ile belirlendi. Dişlerin üzerlerindeki yumuşak eklemler uzaklaştırıldıktan sonra, numaralandırılan ve %10'luk formalin içeren poşetlere tek tek yerleştirildi. Daha sonra her bir diş, standart cihazda (Gendex DC X-ray unit; Gendex, Des Plaines, IL, ABD), bukkal yüzeyi filmin işaretli kısmın olduğu tarafa gelecek şekilde E speed (Ultraspeed, Kodak, Kodak Company) film üzerine yerleştirildi ve 10 cm uzaklıktan, 50 kVp ve 8 mA'lık dozda 0.32 s süreyle ışınlanarak radyografi alındı. Filmlerin banyosu otomatik banyo cihazında (Dürr Dental, XR 25 S/DL 24, Almanya) yapıldı. Radyografilerin, Büyükgüral and Çehrelî'nin (2008), çalışmalarında kullandıkları yöntem ile analiz edilebilmesi sağlandı. İlk olarak, masaüstü bir tarayıcı ile radyografiler dijitalize edildi (Epson Perfection 4990, Epson Corp. Tokyo, Japonya). 8-bit renk derinliğinde 300dpi çözünürlükle taranan radyografiler, kayıpsız TIFF resim formatı halinde kaydedildi ve Adobe Photoshop V.9.0, (Adobe Systems Inc, LA, ABD) programı yardımıyla görüntüler üzerinde parlaklık, opasite ve netlik ayarları yapılarak, tüm resimlerde odaklama ve tonal dağılım parametreleri standart hale getirildi. Resim dosyaları ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij>, Erişim tarihi 2009-2010) programına aktararak, ölçüm yapıldı. Ölçümlerin kalibrasyonunda rehber olarak, ışınlamadan önce periapikal film üzerine yapıştırılan 2 mm uzunluğunda tam

yuvarlak ortodontik tel kullanıldı. Çürük dişlerde, standart dijital büyütme altında pulpa boynuzlarından ve buna paralel olacak şekilde dentinin en üst seviyesinden 2 teğet çizilerek bu mesafe 4 bölgeye ayrıldı. En üst bölgede yer alan lezyonlar yüzeysel dentin çürüğü, üçüncü tabakada yer alanlar ise derin dentin çürüğü olarak değerlendirildi. İkinci ve dördüncü bölge de bulunan lezyonlar çalışmaya dâhil edilmedi.

Kök rezorbsiyonu derecesinin değerlendirilmesi önceki araştırmacıların tanımladığı protokole göre gerçekleştirildi (Sari et al., 1999a, Simsek and Durutürk 2005). İlk olarak mine-ement bağlantısı (MSB) ve kök rezorpsiyonunun en derin noktası arasındaki mesafe elektronik milimetrik kaliper (Digital Caliper, 0-150 mm, YK Corp., Bulgaristan) ile ölçüldü. Her molar diş için en çok rezorbe olan kök bu ölçümde kullanıldı. Meydana gelen ölçüm sonuçları, her dişe göre Kramer and Ireland'ın (1959), belirlediği normlara uygun olarak tahmin edilen rezorbsiyon öncesi total kök uzunluğuna göre belirlendi.

Kök rezorbsiyonları hesaplandıktan sonra dişler 3 grupta toplandı.

- i- Kök rezorbsiyonu 1/3'ten az olan dişler (K1)
- ii- Kök rezorbsiyonu 1/3 ve 2/3 arasında olan dişler (K2)
- iii- 2/3'ten daha fazla kök rezorbsiyonu olan dişler (K3), (Şekil 1)



Şekil 1: Süt molar dişlerin fizyolojik kök rezorbsiyonuna göre gruplandırılması

Kriterlere göre belirlenen 270 süt 2. azı dişi, Tablo 1'deki gibi gruplandırıldı.

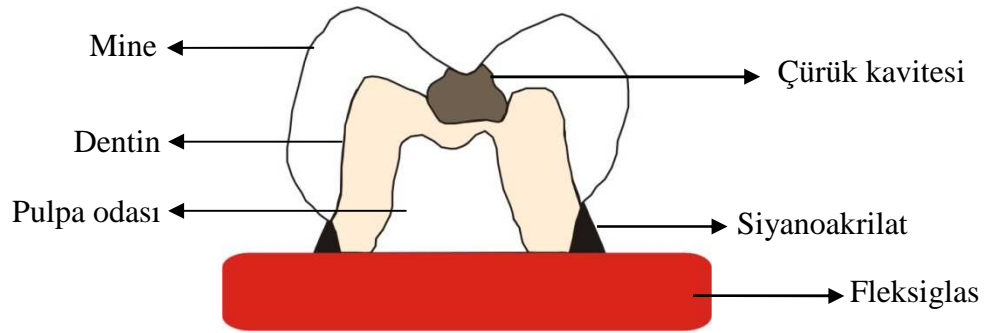
Toplam süt dişi sayısı
n=270

F (-) n=90			F (+) hafif n=90			F (+) orta n=90		
Ç(0) n=30	Ç(1) n=30	Ç(2) n=30	Ç(0) n=30	Ç(1) n=30	Ç(2) n=30	Ç(0) n=30	Ç(1) n=30	Ç(2) n=30
K1 n=10	K1 n=10	K1 n=10	K1 n=10	K1 n=10	K1 n=10	K1 n=10	K1 n=10	K1 n=10
K 2 n=10	K 2 n=10	K 2 n=10	K 2 n=10	K 2 n=10	K 2 n=10	K 2 n=10	K 2 n=10	K 2 n=10
K 3 n=10	K 3 n=10	K 3 n=10	K 3 n=10	K 3 n=10	K 3 n=10	K 3 n=10	K 3 n=10	K 3 n=10

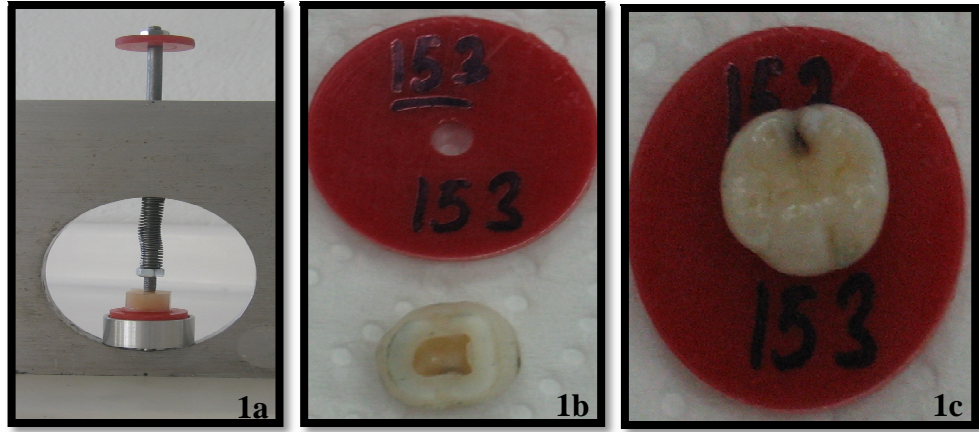
Tablo 1: Dentin geçirgenliği ölçümlerinin yapılması için oluşturulan diş grupları

Ölçümlere başlamadan önce, rastgele seçilmiş 20 periapikal radyografi, farklı zamanlarda, toplam 2 defa değerlendirildi ve araştırmacının kendi içinde olan uyumu için, “Intraclass Correlation Coefficient (ICC)” değeri hesaplandı.

Dişlerin kron parçaları, 6-8 hafta içerisinde, mine-sement birleşiminin 2-3 mm apikalinden, kök parçasından su soğutmalı elmas bıçaklarla (Struers Minitom, Danimarka) ayrıldı ve pulpa dokusu uzaklaştırıldı. Kron parçaları, halka şeklindeki fleksiğlas tabakaya (çap:21mm, kalınlık:3mm), hazırladığımız yaylı düzenek yardımıyla (şekil 2, Resim 1a, 1b, 1c.), siyanoakrilat adezivle (Pattex, Henkel KGaA, Almanya) ile simante edildi. 3 boyutlu görüntü alabilme özelliğine sahip dijital mikroskop (Hirox, KH-7700 Digital Microscope System, ABD) ile hazırlanan örneklerdeki çürük alanı tespit edildi (Resim 2a, 2b).



şekil 2: Hazırlanan örneklerin şematize şekli



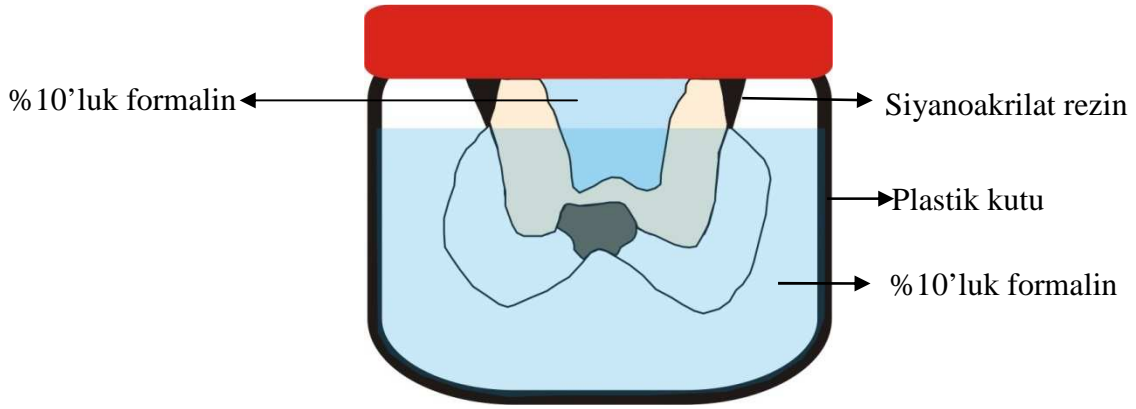
Resim 1a: Kron parçalarının fleksiğlaslara sabitlenmesinde kullanılan yaylı düzenek

Resim 1b-1c: Kron parçalarının simante edilmeden önceki ve sonraki görünümü



Resim 2a, 2b: Çürük alanlarının 3 boyutlu olarak hesaplanabildiği dijital mikroskop ve alan hesaplaması görüntüsü (153 no'lu diş)

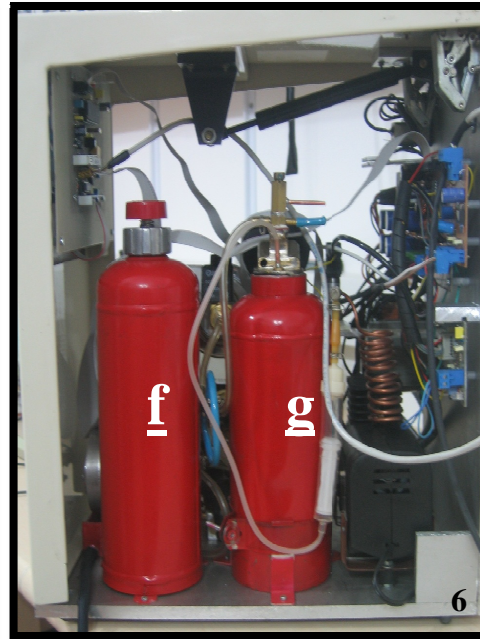
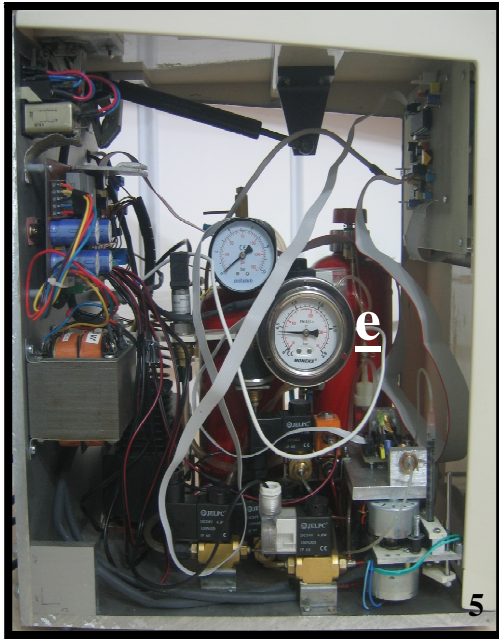
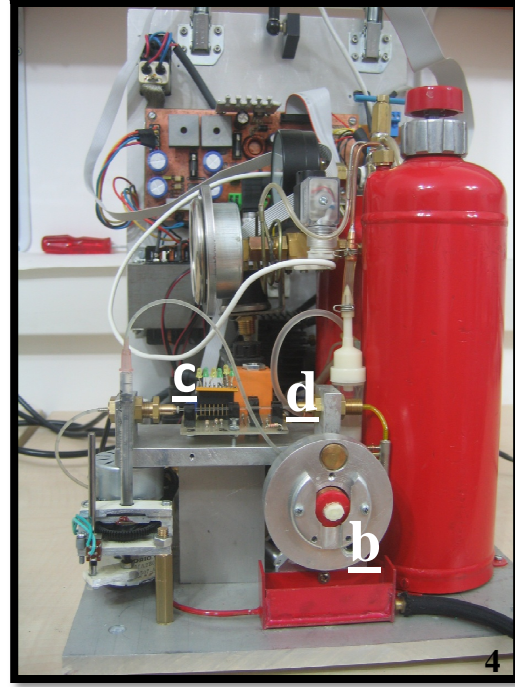
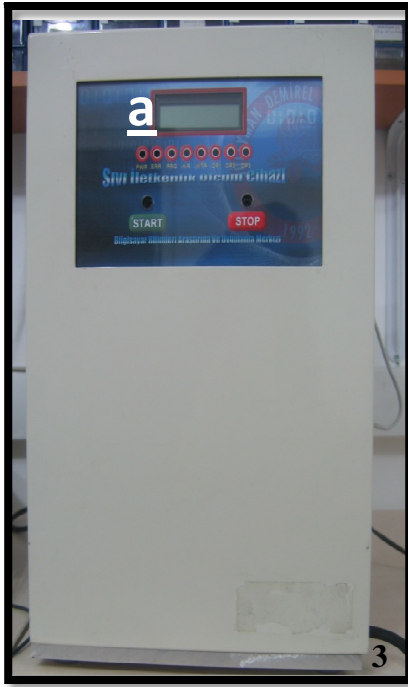
Siyanoakrilat adeziv sertleştikten sonra, örnekler, ölçüm yapılacak zamana kadar Pashley'in (1990b), tanımladığı gibi, siyanoakrilat rezin %10'luk formalin ile temasa geçmeyecek şekilde, pulpa odası florsuz deiyonize su ile doldurulup, içerisinde %10'luk formalin bulunan küçük plastik kutulara yerleştirilerek, oda sıcaklığında muhafaza edildi (Şekil 3).



Şekil 3: Örneklerin muhafaza edilmesi

3.2. Dentin Geçirgenliğinin Ölçüleceği Sistemin Hazırlanması

Dentin geçirgenliğinin hidrolik iletim ölçümü yoluyla belirlenmesi öncesinde, Pashley et al.,'un (1978a) tanıtmış olduğu hidrolik iletkenlik düzeneği temel alınarak, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından 883-D-04 proje numarası ile desteklenen tez çalışmasında kullanılan elektronik fotosensörlü hidrolik iletim ölçüm cihazı geliştirilip, yeniden tasarlanan cihazla, hazırlanan örneklerde ölçümler yapılmıştır (Resim 3, 4, 5, 6).



Resim 3, 4, 5, 6 : Dentin geçirgenliği ölçüm cihazı

- a. Ölçüm sonuçlarını gösteren elektronik gösterge
- b. Pnömatik numune tutucu
- c. Selenoid valfler

- d. Cam kapiller boru
- e. Manometre
- f. Su tankı
- g. Hava tankı

3.2.1 Dentin Geçirgenlik Ölçüm Sisteminin Çalışma Prensibi

Hazırlanan sistem, mekanik ve elektronik kontrol sistemi olmak üzere 2 ana kısımdan oluşmaktadır.

Mekanik sistem; hava tankı, su tankı, hava kompresörü, prostat tipi sensörler, manometre ve elektrik motorundan oluşur ve elektronik kontrol sistemi ile sistemin çalışma prensibine göre otomatik olarak çalışması sağlanır.

Sistemin çalışma prensibi

Sistemde, ölçüm basınç değerini ve balonu elde etmek için basınçlı hava kullanılmaktadır. Elektrik motorlu hava kompresörü (12 V, DC gerilim) ile çalışan, 1 litre hacmindeki hava tankı yaklaşık 15 s içerisinde 2 b basınca ulaşmaktadır. Hava kompresörü hava tankı içerisindeki basınç 2,2 b'ye çıktığında sistem kapanmakta ve hava tankı içerisindeki basınç, ölçüm veya kalibrasyon işlemlerinin başlangıç safhalarında cihaz tarafından otomatik olarak kontrol edilmektedir. Basınç 2 bar'ın altına düşmüş ise işleme sistem tarafından ara verilerek basınç cihaz tarafından 2,2 bar'a yükseltilmektedir. Hava tankı basıncı, prostat tipi bir sensör ile algılanarak elektronik kumanda devresini haberdar etmektedir ve hava kompresörünün kontrolü elektronik devre tarafından kumanda edilmektedir. Hava basıncının dışarıdan görülebilmesi için sistemde, manometre yerleştirilmiştir. Böylelikle hava basıncı değeri gözetleme penceresinden deneyi yapan araştırmacı tarafından izlenebilir.

Sistemde ölçüm işlemi için de-iyonize saf su kullanılmaktadır. Sistemde yaklaşık 800 ml civarında, basınca ve korozyona dayanıklı bir su tankı bulunmaktadır. Su tankına su ilave edilebilmesi için, üstündeki basınç tahliye özelliği bulunan kapak açılmaktadır. Önce basıncının boşaltılması gerekmektedir. Bu işlem ölçüm işlemi durdurulduğunda veya cihaz kapalı iken yapılmaktadır. Basıncı boşaltmak için su tankı üzerindeki butona basılı tutularak içerisindeki basınçlı hava boşaltılmalıdır. Su ilave edilirken su yüksekliğinin en üst hazne seviyesinden en fazla 7cm olmasına dikkat edilmelidir. Bu seviyenin daha üzerinde ki miktarlarda su ilave

edilmesi durumunda sistemde esneme miktarı çok azalır ve balonun oluşturulmasında ve kontrolünde problem oluşabilmektedir.

Cihazın enerjisi açıldıktan sonra, sistemde otomatik olarak hava basıncı 2 bar'a yükselmektedir. Bu basınç, sistemde ayarlı olan ölçüm basıncına, eşit miktarda su kabına uygulanmaktadır. Basıncı su ile sistemdeki su hortumları, tamamen dolu hale geçmekte ve sistem tarafından su kanalında bir hava balonu oluşturulmaktadır. Balon kapil cam boru bölgesine geldiğinde boyutları, adım motorlu yüksek çözünürlüklü bir enjektör sistemiyle ölçülmektedir. Hava balonunun boyutları uygun değer aralığında ise ilk ölçüm sensörünün önüne gelerek, sistem ölçüm işlemi için hazır konuma gelmektedir.

Hazır konumuna gelen sisteme, ölçüm yapılacak numune yerleştirilir. Start butonuna basılması ile pnömatik numune tutucu tarafından numune sabitlenmektedir. Sistem tarafından, kapil ile numune arasında kalan boru tesisatı tamamen su ile dolmaktadır ve kapil yolu üzerinden basınçlı su numuneye uygulanırken, hava balonu su akıntısı ile birlikte hareket etmektedir. Sistem tarafından, balonun sensörlere giriş ve çıkış noktalarındaki zaman değerleri kaydedilmektedir. Kapil içinde ilerleyen hava balonunun hareketine karşılık gelen miktardaki su akışı numune üzerinden akan su miktarına eşit olduğundan ölçüm sonucu olarak her sensör bölgesinden elde edilen süre değerleri aritmetik olarak ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

Cihaz, kendine ait yazılımının yüklü olduğu bilgisayara bağlı ise ölçüm sonucunu bilgisayar yazılımına aktarabilmektedir. Ölçümler hazırlanan program aracılığı ile MS Excel dosyası olarak kaydedilip saklanarak, incelenebilmektedir.

Bir ölçüm yapıldıktan sonra örnek, pnömatik tutucuda sabit kalarak, tekrar start tuşuna basılıp, aynı örnek için yeni bir ölçüm yapılabilir. Bu döngü ile bir örnek üzerinde istenildiği kadar ölçüm tekrarlanabilmekte veya yeni bir örnek ile ölçüm yapmak için sistemi tekrar başlatmaya gerek olmadan aynı balonla ölçüm yapılabilir.

Sistemin çalışma prensibi değerlendirildiğinde, önceki dönemlerde hazırlanan dentin geçirgenliği ölçüm sistemlerinden en ön önemli ayırt edici özelliği basıncın sistem tarafından otomatik olarak ayarlanabilmesi, sistem başlangıcında üretilen hava balonunun kaybedilmemesi ve aynı balonu kullanarak birçok ölçüm alınabilmesidir.

Böylece balon büyüklüğü ile ilgili ölçüm sonuçlarına katılabilecek hata payının takip eden diğer ölçümler ve örnekler için aynı olması sağlanmaktadır. Ayrıca hazırlanan yazılım programı ile ölçüm işlemi sırasında tüm veriler, bilgisayara otomatik olarak kaydedilebilmektedir.

3.3. Dentin Geçirgenliği Ölçümü

Yeni geliştirilen elektronik fotosensörlü hidrolik iletim ölçüm cihazının kalibrasyonu için sabit basınç altında de-iyonize suyu geçirme hızı bilinen 0,45 µm'lik selüloz asetat bir filtre (Sartorius) kullanıldı. Ölçümler öncesinde, dentin tübüllerinin tıkanmasını ve bu nedenle hatalı sonuçların elde edilmesini engellemek için, kullanılacak olan deiyonize su, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü laboratuvarındaki cihazdan elde edildi (Millipore Elix 10 UV Water Purification System).

Örnekler, sistemdeki pnömatik numune tutucu başlığa yerleştirildi. Dentin geçirgenliğinin, bu yeni sistemle belirlenebilmesi için cihaza başlama komutu verildi. 50 cmH₂O sabit basınç altında, deiyonize suyun basınç tüpünden cam kapillere iletilmesi sağlandı. Su basıncının sabitliği, hem gösterge ekranından hem de manometreden kontrol edildi.

Dentin geçirgenlik değerleri Reeder et al. (1978) tarafından tanıtılan yöntemle belirlendi. Bu yöntemle göre, her örnekten ardı ardına 3 ayrı ölçüm yapıldı ve bu 3 ölçümün ortalaması alınarak her bir diş için dakikadaki sıvı geçiş miktarı (µl/dk) bulundu. Ölçümler arası dikkati çeken farklılıklar bulunan örnekler, çalışma dışında tutuldu. Çıkan değer, su basınç değerine (50 cmH₂O) herbir numune için hesaplanan çürük dentin yüzey alanına (cm²) bölünerek Lp değeri hesaplandı.

Hidrolik iletkenlik şu formülle hesaplandı.

$$L_p = \frac{J_v}{A \cdot t \cdot \Delta P}$$

L_p: Hidrolik iletim ($\mu\text{l} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dk}^{-1} \cdot \text{cm H}_2\text{O}$)

t: zaman (dk)

J_v: Sıvı akım oranı ($\mu\text{l dk}^{-1}$)

ΔP: Hidrostatik basınç (cmH₂O)

A: Çürük dentin yüzey alanı (cm²)

Tüm ölçümler sabit sıcaklık altında ve standart ışık özelliklerine sahip ortamda yapıldı. Ayrıca her bir örnek için ölçümler yapıldıktan sonra, örnek çıkartılıp tekrar yerleştirilerek son bir ölçüm daha yapıldı ve ölçümlerin tutarlılığı ve örneklerin doğru yerleştirildiğı doğrulandı.

3.4. Kullanılan İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS istatistik programı (Statistical Package for Social Science, version 18.0, SPSS Inc. Chicago, USA) kullanıldı. Veriler, ortalama \pm standart hata şeklinde özetlendi. Çalışmada elde edilen değerler parametrik testlerin ön şartlarını yerine getirmediğı için nonparametrik Kruskal-Wallis varyans analizi ve Mann Whitney U testinden yararlandı. 0.05'ten küçük p değerleri anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1 Dentin Geçirgenliği

Çalışmamızda, çekilmiş farklı derecelerde kök rezorbsiyonuna ve pulpayı içine almayan farklı seviyelerde çürük seviyesine sahip sağlıklı ve florozisli süt dişlerinden elde edilen kron parçalarının dentin geçirgenliği, yeni geliştirilen elektronik fotosensörlü hidrolik iletim ölçüm cihazı ile ölçülmüş ve her bir örnekten elde edilen hidrolitik iletim değeri (Lp) kaydedilerek istatistiksel analiz yapılmıştır. Farklı florozis derecelerine göre tüm grupların ortalama Lp değerleri tablolarda gösterilmiştir (Tablo 2, 3, 4).

Çürüksüz, farklı florozis seviyelerinde farklı kök rezorbsiyonu derecelerinde tüm diş gruplarında, Lp değeri sıfır olarak belirlenmiştir. Bu nedenle tablolarda çürüğü olmayan diş gruplarıyla ilgili verilere yer verilmemiştir.

Çürüğün hangi tabakada olduğunun değerlendirilmesinde, araştırmacının kendi içinde olan uyumu için ICC değeri 0.98 olarak belirlendi. Elde edilen bu değer oldukça yüksek olduğu ve ölçümler arasında istatistik olarak önemli bir fark olmadığı görüldü.

Tablo 2: Florozisi olmayan [F(0)], Ç(1) ve Ç(2) seviyelerinde çürüğe sahip diş gruplarının kök rezorbsiyon derecelerine göre ortalama Lp değerleri

Dentin Geçirgenliği (Lp)	Kök rezorbsiyon derecesi				
	Çürük derecesi	N	K1	K2	K3
	Ç(1)	30	2.681±0.244	3.470±0.628	4.066±0.755
	Ç(2)	30	13.17±1.613	14.54±2.26	18.77±2.71

Tablo 3: Hafif florozis seviyesinde [F(1)], Ç(1) ve Ç(2) derecelerinde çürüğe sahip diş gruplarının kök rezorbsiyon derecelerine göre ortalama Lp değerleri

Dentin Geçirgenliği (Lp)	Kök rezorbsiyon derecesi				
	Çürük derecesi	N	K1	K2	K3
Ç(1)		30	1.883±0.242	2.123±0.309	3.057±0.444
Ç(2)		30	11.85±1.685	12.93±2.06	16.62±1.83

Tablo 4: Orta florozis seviyesinde [F(2)], Ç(1) ve Ç(2) derecelerinde çürüğe sahip diş gruplarının kök rezorbsiyon derecelerine göre ortalama Lp değerleri

Dentin Geçirgenliği (Lp)	Kök rezorbsiyon derecesi				
	Çürük derecesi	N	K1	K2	K3
Ç(1)		30	1.806±0.186	2.205±0.233	3.062±0.445
Ç(2)		30	11.71±1.56	13.29±1.81	16.42±1.95

Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 1, florozisi olmayan, alt grupta yapılan Kruskal Wallis testi sonucunda, kök rezorbsiyonunun derecesindeki rank ortalamasındaki fark, kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir (p=0,490).

Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 1, florozis seviyesi 1 olan alt grupta yapılan Kruskal Wallis testi sonucunda, kök rezorbsiyonunun derecesindeki rank ortalamasındaki fark, kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir (p=0,085).

Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 1, florozis seviyesi 2 olan alt grupta yapılan Kruskal Wallis testi sonucunda, kök rezorbsiyonunun derecesindeki rank ortalamasındaki fark, kök rezorbsiyonu arttıkça dentin geçirgenliğinin de artış gösterdiğini yansıtmaktadır ve bu sonuç istatistik olarak önemlidir ($p=0,040$, $p<0,05$). Rezorbsiyon rank ortalamaları arasındaki farklılıklar rank ortalamaları üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir (Tablo 5).

Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 2, florozisi olmayan alt grupta yapılan Kruskal Wallis testi sonucunda, kök rezorbsiyonunun derecesindeki rank ortalamasındaki fark, kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir ($p=0,224$).

Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 2, florozis seviyesi 1 olan alt grupta yapılan Kruskal Wallis testi sonucunda, kök rezorbsiyonunun derecesindeki rank ortalamasındaki fark, kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir ($p=0,340$).

Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 2, florozis seviyesi 2 olan alt grupta yapılan Kruskal Wallis testi sonucunda, kök rezorbsiyonunun derecesindeki rank ortalamasındaki fark, kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir ($p=0,279$).

Sonuç olarak F2Ç1 grubunda kök rezorbsiyon derecesinin artışı istatistik olarak önemliyken, diğer tüm gruplarda kök rezorbsiyon derecesinin artışı ile birlikte dentin geçirgenliği artışı da artış göstermesine rağmen bu artış istatistik olarak anlamlı değildir.

Tablo 5: Farklı kök rezorbsiyon derecelerinde, çürük seviyesi 1, florozis seviyesi 2 olan alt grupta dentin geçirgenlik değerleri.

Diş Grupları	N	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	Rankların Ortalaması	En Küçük	Ortanca	En Büyük
F2Ç1K1	10	1.806b	0.186	0.588	10.50b	1.056	1.560	2.752
F2Ç1K2	10	2.205ab	0.233	0.736	15.50ab	1.026	2.237	3.264
F2Ç1K3	10	3.062a	0.445	1.406	20.50a	1.867	2.564	5.988

Çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 1 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri, sırasıyla F1Ç1K1 ve F2Ç1K1 gruplarında rank ortalamasında F0Ç1K1 grubuna göre daha düşük geçirgenlik değeri göstermektedir ve bu azalma istatistik olarak önemlidir ($p=0,024$, $p<0,05$). Rezorbsiyon rank ortalamaları arasındaki farklılıklar rank ortalamaları üzerinde Latin harfleri ile gösterilmiştir (Tablo 6).

Çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 2 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri florozis olmayan gruplara göre florozis derecesi 1 ve 2 olan gruplarda, daha düşük olmasına rağmen bu azalma istatistik olarak önemli değildir ($p=0,244$).

Çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 3 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri florozis olmayan gruplara göre florozis derecesi 1 ve 2 olan gruplarda daha düşük olmasına rağmen bu azalma istatistik olarak önemli değildir ($p=0,572$).

Sonuç olarak kök rezorbsiyon derecesi 1 olan grupta florozis artışıyla birlikte geçirgenlik değerlerinin de düşüşü istatistik olarak önemli olmakla birlikte, diğer gruplarda da florozis derecesinin artışıyla birlikte dentin geçirgenliği azalma göstermektedir ancak bu azalma istatistik olarak önemli değildir.

Tablo 6: Farklı florozis derecelerinde, çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 1 olan alt grupta dentin geçirgenlik değerleri.

Diş Grupları	N	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	Rankların Ortalaması	En Küçük	Ortanca	En Büyük
F0Ç1K1	10	2.681a	0.244	0.773	21.70a	1.530	2.513	3.781
F1Ç1K1	10	1.883b	0.242	0.766	12.20b	1.055	1.761	3.516
F2Ç1K1	10	1.806b	0.186	0.588	12.60b	1.056	1.560	2.752

Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 2, kök rezorbsiyon derecesi 1 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri istatistik olarak önemli değildir ($p=0,973$).

Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 2, kök rezorbsiyon derecesi 2 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri istatistik olarak önemli değildir ($p=0,860$).

Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 2, kök rezorbsiyon derecesi 3 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri değeri istatistik olarak önemli değildir ($p=0,870$).

Sonuç olarak, florozis derecesi farklı, çürük seviyesi 2 olan, farklı kök rezorbsiyon derecelerindeki dişlerde, florozis derecesinin artışının farklı kök rezorbsiyon derecesine sahip dişlerde bir farklılık yaratmadığı ortaya çıkmaktadır.

Kök rezorbsiyon derecesi 1 florozisi olmayan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Kök rezorbsiyon derecesi 1 florozis derecesi 1 olan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Kök rezorbsiyon derecesi 1 florozis derecesi 2 olan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark

çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Kök rezorbsiyon derecesi 2 florozisi olmayan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Kök rezorbsiyon derecesi 2 florozis derecesi 1 olan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Kök rezorbsiyon derecesi 2 florozis derecesi 2 olan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Kök rezorbsiyon derecesi 3 florozisi olmayan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Kök rezorbsiyon derecesi 3 florozis derecesi 1 olan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Kök rezorbsiyon derecesi 3 florozis derecesi 2 olan alt grupta yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda çürük seviyelerinin rank ortalamaları arasındaki fark çürük derecesi arttıkça artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

Sonuç olarak kök rezorbsiyon derecesi sırasıyla 1,2 ve 3 olan, farklı florozis derecesindeki tüm diş gruplarında çürük seviyesinin artışıyla birlikte dentin geçirgenlik değerleri de artış göstermektedir ve bu artış istatistik olarak önemlidir ($p=0,000^a$, $p<0,01$).

5. TARTIŞMA

Dentin geçirgenliği ile ilgili hazırlanan çalışmaların çoğunluğu, daimi dişler ile yürütülmüştür. Süt dişleri ile hazırlanan dentin geçirgenliği çalışmaları ise sınırlı sayıdadır (Koutsis et al., 1994, Ertürk and Kırzioğlu 2007, Kahvecioğlu ve şener, 2007). Ulaşılabilir kaynaklarda, florozisli süt dişlerinde dentin geçirgenliği ile ilgili sadece tek bir çalışma mevcuttur (Ertürk and Kırzioğlu 2007). Çürük süt dişlerinin geçirgenliği ile ilgili hazırlanan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Süt dişi ve daimi dişlerde farklılıklar olmasına rağmen dentinle ilgili temel bilgiler daimi dişlere dayandırılmaktadır. Süt dişlerindeki dentin çürüğünün daimi dişten hangi noktada ayrıldığı tam olarak belli değildir. Çoğu çalışmada süt dişlerinde etkilenen çürük dentin yapısı için daimi dişler referans olarak alınmıştır. Bu bilgilerin ışığı altında, hazırladığımız çalışma, süt dişlerinde çürük dentin yapısının daha iyi anlaşılmasına bir katkı sağlayarak, yapılan restorasyonların daha başarılı ve uzun süreli olmasına yardımcı olacaktır.

Dentin ve pulpa aynı embriyonik kökeni paylaşan, farklı fonksiyon ve fiziksel özellikler sergileyen, ancak pulpa-dentin kompleksi olarak fonksiyonel birliktelik sağlayan bir organdır (Pashley 1996, Love and Jenkinson 2002, Pashley, 2002, Sturdevant et al., 2002, Elgalaid 2007). Dentin dokusunda en yaygın olarak karşılaştığımız patolojik değişiklik diş çürüğüdür. Çürük sürecine karşı dentin yapısında meydana gelen değişiklikler ya dentinin kendi içinde ya da dentinle ilişkili pulpada meydana gelmektedir.

Pulpa, dentin tübül çapının azalmasına neden olarak ya da tamamen bloklayarak toksik materyallerin pulpaya doğru geçişini engelleyecek şekilde bir koruyucu cevap oluşturmak eğilimindedir. Diş rğ oluştuğunda, mikroorganizmalarla birlikte kavite içine sızan birçok iritanın dentin tübülleri yoluyla pulpaya ulaşarak pulpa ya da periapikal dokularda patolojilere yol açabilmesi dentinin geçirgenlik özelliğinin, pulpanın reaksiyonunu belirleyen en önemli faktör olduğunu göstermektedir (Tronstad and Langeland 1971, Trowbridge 1981, Bergenholtz 1981, Love and Jenkinson 2002). Ancak, yaşa ve dentindeki bölgesel farklılıklara bağlı olarak dentin tübüllerinin sayı ve çapında gözlenen değişikliklerin

dentin geçirgenliğini etkilediği görülmektedir (Vojinovic et al., 1973, Pashley 1990a, Duran et al., 2005, Love and Jenkinson 2002).

Yapılan çalışmalarda, dentin geçirgenliğinin dentin kalınlığı ile ters orantılı olarak değiştiği ve kavite derinliği arttıkça dentinin daha geçirgen hale geldiği rapor edilmiştir (Reeder et al., 1978, Pashley et al., 1978a, Pashley et al., 1987, Fogel et al., 1988, Pashley 1988, Pashley 1990a, Tagami et al., 1990, Koutsi et al., 1994, Bouillaguet et al., 1996, Sturdevant et al., 2002, Pashley 2002). Buna bağlı olarak, dentin kalınlığı arttıkça dentin tübülleri ile yayılan iritanların miktarı ve konsantrasyonunun pulpaya yaklaştıkça azaldığı, dentin kalınlığı azaldıkça ise daha fazla toksik maddenin pulpaya ulaşabildiği ve buna bağlı olarak gelişen savunma cevabının da o oranda şiddetli olduğu belirtilmektedir (Pashley 1985, Hamid and Hume 1997). About et al., (2001), daimi dişlerde hazırladığı çalışmada, kalan dentin kalınlığının 0.5 mm'den az olduğu durumlarda asitle pürüzlendirmeden sonra sitotoksinlerin pulpaya doğru difüzyonunun arttığı ve bunun odontoblast sayısında belirgin bir azalma meydana getirerek pulpanın tamir gücünü etkilediğini belirtmektedir. Rayner and Southam, (1979), süt dişlerinde 0,9 mm kalınlığında sağlam dentin bulunduğu durumlarda pulpanın sağlıklı olduğunu, 0,6 mm mesafe kaldığında ise pulpada enflamasyon görüldüğünü belirtmişlerdir. Çalışmamızda bu değerler göz önüne alınarak dijitalize edilmiş standart radyografi üzerinde dört eşit alana ayrılan dentinde, pulpaya en yakın bölgede bulunan 0,6 mm'den daha fazla derinlikteki çürük dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Ortalama olarak süt 2. azı dişlerinin dentin kalınlığı değerlerinin, süt 1. azı dişlerine göre daha fazla olması nedeniyle (Finn 1962), daha doğru değerlendirebilme yapılabilmesi için bu diş grubu kullanılmıştır.

İn vitro dentin geçirgenliği çalışmalarında, çekilen dişlerin saklama süresinin ve saklama solüsyonlarının etkisi ile ilgili çeşitli görüşler vardır (Outhwaite et al., 1976, Goodis et al., 1991, Camps et al., 1994, Camps et al., 1996, Montherrat-Carret et al., 1996, De Wald 1997, Ghazali 2003). Çalışmalarda, dişlerin dehidrate olmaması ve mikroorganizma ürememesi için distile su, formalin, serum fizyolojik, etanol, sodyum hipoklorit, sodyum azid içeren serum fizyolojik, timol içeren distile su, tamponlanmış fosfat Ringer's solüsyonları gibi pek çok farklı solüsyonlarda bekletildiği görülmektedir (Rueggeberg 1991, Prati et al., 1994, Youngson et al.,

1999, Özok et al., 2001, Ziskind et al., 2003, Tosun ve ark., 2005, Tosun et al., 2007). Saklama solüsyonunun tipine bağlı olarak oluşan geçirgenlik azalması, dentinde mineral ya da organik bileşenlerin çözülerek tübüllerin lümenlerinde yeniden birikmesine bağlı olduğu, su ve fosfat tamponlu salin gibi saklama solüsyonlarında saklanan dişlerin en büyük geçirgenlik değişiklikleri sergiledikleri ve formalin gibi fiksatiflerin kullanımının düşük fakat tutarlı geçirgenlik değerleri verdiği bildirilmiştir (Maroli et al., 1992, DeWald 1997). Tübüllerdeki odontoblast uzantısı ve kollajen gibi materyallerin korunmasına bağlı olarak fikse edilmiş dentinin çok az geçirgenlik farklılıkları sergilediği, %10'luk formalinin zamanla dişte meydana gelen geçirgenlik değişimini sınırlayan en etkili saklama solüsyonu olduğu ve bunu sırasıyla %70'lik etanol, su ve fosfat tamponlu salin izlediği rapor edilmiştir (Goodis et al., 1991).

Çekilen dişlerin saklama süresinin in vitro çalışmalar üzerindeki etkisine ilişkin olarak bazı araştırmacılar bu sürenin, çalışmanın sonuçlarını önemli derecede etkilemediğini belirtirken (Outhwaite et al., 1976, Williams and Svare 1985, Rueggeberg 1991), bazı araştırmacılar ise saklama süresi uzadığı takdirde dentin geçirgenliğinin azalacağını dolayısı ile dişlerin çekildikten sonra en kısa sürede kullanılmasının daha doğru olacağını (Goodis et al., 1993, Konno et al., 2003), bu sürenin çekimden sonraki bir ay ile sınırlandırılmasını bildirmişlerdir (Prati et al., 1992, Prati et al., 1994, Youngson et al., 1999, Özok et al., 2002a). Dentin geçirgenliği çalışmalarında, geçirgenliğin, diş çekiminden sonra 1 saat-24 saat arasında oldukça fazla arttığı rapor edilmiştir (Outhwaite et al., 1976, Özok et al., 2002a). İn vitro dentin geçirgenliğindeki bu artışın sebebi, çekimden sonra tübüllerin zayıf bağlı organik içeriklerinin ayrılmasıdır. Sonraki 3-4 hafta boyunca fazla bir değişim olmamakta ve bu da geçirgenlikte kararlı bir faza erişildiğini göstermektedir. İn vitro dentin geçirgenliği çalışmalarında bu durağan fazın oluşması beklenmeden ölçümler yapıldığında hatalı sonuçların elde edilebileceği, bu nedenle de örneğin kalınlığına bağlı olarak hızlı geçirgenlik artışı seviyesinin azalması amacıyla dişlerin bir süre bekletilmesinin uygun olacağı bildirilmiştir (Özok et al., 2002a). Hazırlanan dişleri ya da dentin disklerini saklamak için belirlenmiş standart bir protokol henüz bildirilmemiş olması nedeniyle, ilgili çalışmaların doğrultusunda, çalışmamızda saklama koşullarına bağlı hatalı sonuçların elde edilmesini önlemek amacıyla, dentin

geçirgenliği ölçümünde kullanılacak dişler kesit alma işlemine kadar %10'luk formalin içinde 6-8 hafta saklanmıştır.

Çalışmamızda kullanılan çekilmiş dişlerin, florozis şiddetine göre sınıflandırılmasında, hassas ve detaylı bir indeks olduğu, oldukça fazla tekrar edilebildiği ve klinik ve laboratuvar çalışmaları için en uygun indeks olduğu bildirilen (Fejerskov 1996, Pereira and Moreira 1999), TFİ kullanılmıştır. TFİ, diğer tüm diş florozis indeksleri gibi mine dokusundaki değişikliklere dayanarak oluşturulmuş bir indekstir. Çalışma alanımız olan dentin dokusu için, klinik bulgulara dayalı hazırlanmış bir florozis indeksi mevcut olamayacağı için, TFİ çalışmamızda tercih edilmiştir. Vieira et al. (2004), florozis şiddeti açısından TFİ'ye göre sınıflandırılmış dişlerin mine ve dentin dokularında flor analizi yapmışlar ve dentinin mineye göre dental florozis açısından daha iyi bir belirteç olduğunu, diş florozisi ile dentinin flor konsantrasyonu arasında bir korelasyon görülürken, minenin flor konsantrasyonu arasında korelasyon gözlenmediğini rapor etmişlerdir. Ertürk (2006), sağlıklı ve florozisli dişlerin oklüzal dentin dokusunda flor analizi yaptığı tez çalışmasında, florozis derecesinin artmasıyla beraber, hem daimi dişlerde hem de süt dişlerinde oklüzal dentin dokusundaki flor miktarında artış olduğunu bildirmiştir.

Süt dişlerinde yakın derecelerde yanılma payı olabileceğinden ve kriterlere uygun, yeterli sayıda diş bulma güçlüğü nedeniyle TFİ modifiye edilerek kullanılmıştır. Dişlerin TFİ'ye göre gruplandırılmasında eşit dağılımın oluşmasına dikkat edilerek, hafif florozis grubunda 1 ve 2, orta florozis grubunda 4 ve 5, şiddetli florozis grubunda 7 ve 8 TFİ skorunda birbirine yakın/eşit sayıda, toplam 360 adet diş bulunması planlanmıştır. Ancak şiddetli florozis grubunda, farklı çürük ve kök rezorbsiyon seviyelerinde yeterli sayıda diş temin edilemediği için florozisli dişler, hafif ve orta şiddette olarak 2 grup altında toplanmıştır.

Çalışmanın başlangıç aşamasında, hafif, orta ve şiddetli olmak üzere farklı florozis derecelerindeki, diğer kriterleri de sağlayan dişlerin değerlendirilmesi planlandığı için TFİ kullanılmıştır. Belirlenen tüm kriterleri sağlayan, yeterli sayıda diş bulunamaması nedeniyle çalışma grupları daraltıldığı için SDDFİ'de kullanılabilir olmasına rağmen, süt dişlerinde florozis daimi diş florozisine göre daha nadir ve ılımlı görülmesi, TFİ'nin süt dişlerinde florozisin sınıflamasında en çok kullanılan ve diğer indekslerle karşılaştırıldığında süt dişleri için en uygun

bulunan indeks olması nedeniyle (Burger 1987, Conway et al., 2005, Ruan et al., 2005), çalışmamızda süt dişlerinin florozis şiddetine göre sınıflandırılmasında da kullanılmıştır. Süt dişlenmesi için geliştirilen tek indeks olduğu bildirilen (Layola-Rodriguez et al., 2000), SDDFİ ise, yaygın olarak kullanılmadığı, diğer çalışmalarla elde edilen sonuçları karşılaştırma olanağı olmadığı için tercih edilmemiştir.

Çalışmamızda, dentin geçirgenliği ölçümünde, farklı florozis seviyesine sahip çekilmiş süt dişlerinin kullanıldığı çocuklar, doğduğundan beri Isparta'da içme suyu flor oranı yüksek olduğu bildirilen mahallelerde (>0,79-3,14 ppm) sürekli oturmuş olan, yemeklerde ve içme suyu olarak evin musluk suyunu kullanan, sosyoekonomik ve beslenme tipi benzer çocuklardan elde edilmiştir.

Bireylerin florozisten etkilenme dereceleri bireysel yatkınlık, beslenme şekli, ek flor kaynaklarının alımı, sudaki flor seviyesinin mevsimsel değişiklikler sergilemesi gibi nedenlerden dolayı farklı olabileceğinden, diş bulma güçlüğünün yaşandığı in vitro flor çalışmalarında bireylerin flor alımının standardizasyonu mümkün olamamaktadır. Ayrıca çalışmamızda ek flor kaynaklarından faydalanmamış, beslenme şekli birbirine yakın olan, herhangi bir sistemik problemi olmayan, sağlıklı çocuklar seçilmiş olmasına rağmen, dişlerin mineralizasyon dönemlerinin, sudaki flor seviyesinin düşük olduğu kış aylarında ya da yüksek flor seviyesinin gözlemlendiği yaz aylarında gerçekleşmiş olabilmesi nedeniyle, kontrol edilmesi mümkün olmayan bireysel faktörlerin deney sonuçlarını az da olsa etkilemiş olması mümkündür.

Süt dişlerinde dentinin içerdiği flor miktarının fizyolojik kök rezorbsiyonuna bağlı olarak değiştiği bilinmektedir (Weatherell and Hargraves 1966). Flor konsantrasyonu, süt dişi dentininde kök oluşum periyodunda artarken, fizyolojik kök rezorbsiyonunun başlamasıyla birlikte, pulpal yüzeydeki yüksek flor içeriğine sahip dentinin osteoklastlar tarafından rezorbe edilmesi sonucu azalmaktadır. Ayrıca, rezorbsiyon periyotlarının daha uzun sürmesi nedeniyle çok köklü dişlerde, tek köklü dişlere göre pulpal yüzde daha fazla flor konsantrasyonunda azalma olduğu bilinmektedir. Ayrıca, süt dişlerinde fizyolojik rezorbsiyonun başlaması ile dentin yapısında meydana gelen değişimlerin değerlendirilebilmesi için çalışmamızda, önceki araştırmacıların tanımladığı protokole göre (Sari et al., 1999a, Simsek and Durutürk 2005), Kramer and Ireland'ın (1959), belirlediği normlara uygun olarak

tahmin edilen rezorbsiyon öncesi total kök uzunluğuna göre çalışmamızda kullanılan süt molarlar kök rezorbsiyonu açısından K1,K2 ve K3 olmak üzere üç grup şeklinde oluşturulmuştur.

Çalışmamızda çürük sınıflandırılmasının standardize edilmesinde bazı yöntemler modifiye edilerek kullanılmıştır. Daimi diş dentininin ortalama olarak yarısı kadar kalınlığa sahip süt dişlerinde çürük, etik olarak klinik ve radyolojik olarak standardize edilebilir. Ancak, histolojik bir değerlendirme yapılamadığı için bu standardizasyon her zaman kesin sonuçlar vermeyebilir. Elde edilen bulgular, bazı değerlendirme kriterleri ve mevcut literatür verileri çerçevesinde yorumlanabilir. Çalışmamızda, çürüğün hangi tabakada olduğunun belirlenmesinde Wenzel et al.'un (1990), çalışmasındaki yöntem modifiye edilerek, Ç(0), Ç(1) ve Ç(2) olarak derecelendirilen dişler kullanılmıştır. Standart alınan radyografilerin dijitalize edilmesi ile çürük dentinin, hangi tabakada olduğunun değerlendirilmesi yapılmıştır.

Dijital radyodiagnostik teknolojilerinde yaşanan tüm gelişmelerle birlikte, geleneksel radyografiler teşhiste altın standart olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, geleneksel radyografiler üzerinde mikrometre düzeyinde uzunluk, alan ve hacim ölçümü yapabilmek olanaksızdır. Bu nedenle dijital veya dijitalize edilmiş radyografik çıktılar üzerinde görüntü analiz teknikleri ile ölçüm yapılması, tıp ve dişhekimliği ve veterinerlik bilim dallarında radyolojik teşhis açısından daha yaygın kullanılmaya başlanmıştır. Geleneksel radyografilerin dijital hale dönüştürülmesi sırasında yanlış veya eksik teknik kullanımına bağlı görüntü kayıplarının olduğu bildirilmektedir (Armbrust et al., 2005). Dijitalize edilmiş radyografiler üzerinde yapılan uzunluk, alan veya hacimsel ölçümlerin güvenilirliği, birtakım standardizasyon prosedürlerinin yerine getirilmesine bağlıdır. Çalışmamızda, çekilmiş dişlerden E tipi periapikal filmler kullanılarak paralel yöntemle radyografiler alınmıştır. Dijitalizasyona uygun yapı sergiledikleri belirtilen Dental E tipi filmlerin, yüksek görüntü kontrastı sağlayabildikleri bildirilmektedir (Southard and Southard 1993, Horner et al., 1995). Ancak E tipi filmlerin yüksek hassasiyeti nedeniyle farklı banyo koşullarında farklı kontrast düzeyleri ortaya çıktığı ifade edildiğinden (Ludlow and Platin 1995), çalışmamızda tüm banyo işlemleri el değmeden, aynı otomatik banyo makinasında gerçekleştirilerek standarizasyon sağlanmıştır. Büyükgöral and Cehreli'nin (2008), uyguladıkları yöntem uygulanarak,

görüntülerin dijitalizasyonu sağlanmış ve değerlendirmeler yapılmıştır. Radyograflerin dijitalize edilebilmesi amacıyla, diapositif aparatlı, profesyonel bir masaüstü tarayıcı kullanılmıştır. Tarama parametrelerinin monokrom 8-bit renk derinliği ve 300dpi çözünürlükle standardize edildiği prosedür sonrasında, görüntüler kayıpsız TIFF formatında kaydedilerek incelemeye alınmıştır. Geleneksel radyograflerin dijitalizasyonunda dijital fotoğraf makinelerinin kullanılması da mümkün olmasına rağmen, bu yöntemle elde edilen görüntü kalitesinin makinanın teknik özelliklerine (çözünürlük kapasitesi, spot metraj yapabilmesi, görüntü kayıt formatı), çekim parametrelerinin standardizasyonuna (ortam ışığı, çekim mesafesi, negatoskobun ışık gücü) ve fotoğrafı çeken operatörün bilgi ve becerisine bağlı olması; dijital fotoğraf makinelerinin radyodiagnostik amaçlı güvenilirliklerini azalttığı vurgulanmıştır (Armbrust et al., 2005). Benzer şekilde, ağız içi sensörlerle elde edilen dijital diş filmlerinin düşük çözünürlüğe sahip olması, mikrometre düzeyindeki ölçümlerin yapılabilmesine engel oluşturmaktadır. Dentin kalınlığının ölçümünde kullanılan ImageJ yazılımı (<http://rsb.info.nih.gov/ij>, Erişim tarihi 2009-2010), düşük çözünürlüklü görüntülerde bile hassas ölçümler yapılabilmesine olanak sağlayan Java tabanlı bir analiz programıdır. ImageJ yazılımı ile çeşitli formatlardaki görüntü dosyalarında metrik/birimsel ölçümler (uzunluk, alan, sayı, açı, hacim) yapılabilmekte, otomatik kenar tanımlama özelliği nedeniyle operatöre bağlı görsel hatalar engellenebilmektedir (Büyükgüral and Cehrelı 2008). Çalışmamızda çürüğün hangi tabakada olduğunun değerlendirilebilmesi amacıyla, standart dijital büyütme altında pulpa boynuzlarından ve mine-dentin birleşimindeki dentinden birbirlerine paralel iki teğet çekilmiş ve arada kalan bölge toplam dentin kalınlığı olarak 4 eşit bölgeye ayrılmıştır. Ortalama dentin kalınlığı 2,83-3,30 mm (Finn 1992) olan süt ikinci molar dişlerde, güvenilirliğin artırılabilmesi için ikinci ve dördüncü bölgede bulunan lezyonlar çalışmaya dâhil edilmemiş, üst 1/4'lük bölgede bulunan çürük lezyonları yüzeysel, üçüncü 1/4'lük bölgede bulunan lezyonlar ise derin dentin çürüğü olarak belirlenmiştir. Ancak bu yöntemin 2 boyutla sınırlı olduğu, 3 boyutlu bir incelemede daha düşük kalan dentin kalınlıklarının da tespit edilebileceği göz ardı edilmemelidir.

Dentin geçirgenliği ile ilgili hazırlanan çalışmaların bir kısmı dentin disklerinde (Outwaite et al., 1976, Reeder et al., 1978, Pashley et al., 1983a, Ertürk

and Kirzioglu, 2007), bir kısmı ise dişlerden hazırlanan kron parçalarında (Causton 1984, Chan et al., 1985, Elgalaid et al., 2007, Carrilho et al., 2007) yapılmıştır. Pashley et al., (1987), 10 daimi dişten hem kron parçalarında hem de dentin diski hazırlayarak oluşturdukları çalışmalarında belirli bir alandan alınan dentin diskleri ile yapılan ölçümlerin daha standart sonuçlar vermesine rağmen, kron parçaları ile yapılan ölçümlerde dişin tüm tabakalarında oluşan farklılıklar göz ardı edilmeden değerlendirme yapılarak, gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda, dentin geçirgenliğinin ölçümü, klinik uygulamaları yansıtılabilmek amacıyla, dentin diskleri yerine, dişlerin kron parçalarında yapılmıştır.

Pashley et al.,'un (1978a), tanıtmış olduğu hidrolik iletim ölçme düzeneği yardımıyla dentin geçirgenliği ölçümü yapılabileceğini göstermiştir. Bu düzenek, gerekli basıncı sağlayan basınç kaynağı ve buna bağlı basınç kabı, oluşan basıncın dentin diskine iletilmesini sağlayan polietilen boru, disk içinden geçen sıvının takip edildiği kapiller boru, oluşturulan hava kabarcığının pozisyonunu ayarlamaya yardımcı olan mikroşırınga ve dentin diskinin yerleştirildiği parçalı disk geçirgenlik apareyi birimlerinden oluşmaktadır. Bu klasik yöntemde, hava kabarcığının kapiller boruda dakikada aldığı yol, kapiller borunun altına yerleştirilen milimetrik cetvel yardımıyla gözle ölçülmektedir. Dentin geçirgenliğinin ölçülmesinde kullanılan klasik yöntemin, gözle ölçüme dayalı olduğu için subjektif bir yöntem olması ve farklı okumalar oluşma ihtimali gibi dezavantajları vardır. Ayrıca bu düzende hava kabarcığı oluşturmak ve konumunu ayarlamak otomatik olarak yapılmadığı için deney sırasında güçlükler yaşanmasına yol açabilir. Bu sorunları değerlendiren Ertürk and Kırzioğlu (2007), yeni bir sistem hazırlayarak ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir. Hazırladıkları bu sistemde, her bir dentin diski için ölçüm yaparken oluşturulan hava kabarcıklarının hacimleri, birbirine çok yakın olmakla birlikte, eş hacimli olmaması ve sistem basıncının otomatik olarak ayarlanmaması bu sistemin zayıf yönleri olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda daha hassas ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek amacıyla, Ertürk and Kırzioğlu'nun (2007), hazırladıkları sistem geliştirilip, klasik yöntemin çalışma prensiplerine sadık kalınarak, hava kabarcığının otomatik bir şekilde sistem tarafından oluşturulup fotosensörlerle takip edildiği, elektronik fotosensörlü hidrolik iletim ölçüm cihazı ve verilerin direkt olarak bilgisayar ortamına aktarılmasını sağlayan yazılım programı

kullanılmıştır. Cihaz, içerdiği selenoid valfler sayesinde hava kabarcığını kendisi üretmektedir. Sistemin akış hızının, oluşturulan hava kabarcığının fotosensörden geçiş hızına oranının; kapiller borunun hacminin, hava kabarcığının hacmine oranına eşit olması prensibinden yola çıkılarak, sistemde oluşturulan hava kabarcığının hacmi bu orantıdan hesaplanmış ve aynı hava kabarcığının örnek içinden geçerken, cam kapiller boruda aldığı yol fotosensörler tarafından takip edilerek, geçen süre belirlenmiştir. Yeni tasarlanan ve çalışmamızda kullandığımız dentin geçirgenlik cihazı ile standart hacimli hava kabarcığı oluşturulabilmekte ve aynı hava kabarcığı ile aynı dişte ve/veya farklı dişlerde tekrarlayan ölçümler yapılabilmektedir.

Dentin geçirgenliğini belirlemede kullandığımız elektronik fotosensörlü hidrolik iletim ölçüm cihazı fotosensörler içerdiği için ışığa karşı hassas bir sistemdir. Ayrıca dentin geçirgenliğinin, ortamın ısı değişikliklerinden etkilendiği ve hidrolik iletim ölçümlerinin sabit ısı altında yapılmasının önemli olduğu bildirilmektedir (Outhwaite et al., 1976, Camps et al., 1997). Bu nedenle çalışma yapılırken, ışık ve sıcaklık değişimleri göz önüne alınarak, ölçümler standart ışık özelliklerine sahip ortamda sabit sıcaklık altında gerçekleştirilmiştir.

Dentinin geçirgenliğinin ölçülmesinde, hidrostatik basınç önemli bir değişkendir. Yapılan çalışmaların çoğunluğunda, hidrostatik basıncın 3-20 psi aralığında uygulandığı görülmektedir (Derkson et al., 1986, Pashley et al., 1991, Prati et al., 1992, Koutsi et al., 1994, Prati et al., 1994, Youngson et al., 1999, Bachicha et al., 1998, Sullivan et al., 1999, Öztürk et al., 2004, Duran et al., 2005, Elgalaid et al., 2007, Ertürk and Kırzioğlu 2007, Kahvecioğlu ve Şener 2007, Küçükolbaşı et al., 2007, Elgalaid et al., 2008a). Hidrostatik basıncın fizyolojik pulpa basıncından (0.2 psi=15cm H₂O) çok fazla olmasına rağmen, sızıntı miktarlarının ölçülebilmesi ve sistemin dengede kalabilmesi için hidrostatik basıncın yüksek olması gerektiği belirtilmektedir. (Youngson et al., 1999). Bu nedenle daha önceki dönemlerde yapılan çalışmalarda, genel olarak hidrostatik basınç değerleri oldukça yüksek olarak ölçüm yapılmıştır Daha az sayıda çalışmada ise fizyolojik pulpa basıncı olan 0,2 psi (15 cmH₂O) hidrostatik basınçta ölçüm yapılarak ağız içi ortam oluşturulmaya çalışılmıştır (Abou Hashieh et al., 1998, Banomyong et al., 2007, Elgalaid et al., 2008b, Hoang-Dao et al., 2008, Senawongse et al., 2008). Çalışmamızda, deneylerimizi yaptığımız, yeni sistemde, hidrostatik basınç değeri, 50

cmH₂O olarak belirlenerek, fizyolojik pulpa basıncına en yakın değerde ölçüm yapılmaya çalışılmıştır.

Önceki yıllarda daimi dişler ile hazırlanan çürük dentin geçirgenlik çalışmalarında, çürük dentinin normal dentine oranla daha az geçirgen olduğu rapor edilmiştir (Sarnat and Massler 1965, Pashley et al., 1991, Tagami et al., 1992, Banomyong et al., 2009). Ancak çürük süt dişi dentin geçirgenliği ile ilgili hazırladığımız çalışma dışında, yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda, farklı florozis ve farklı kök rezorbsiyon derecesine sahip tüm gruplarda çürük derinliği arttığında dentin geçirgenlik değerinin de artış gösterdiği ve bu artışın istatistik olarak önemli olduğu görülmektedir. Daimi dişlerde yapılan çalışmalarda dentin geçirgenlik değerlerinin, çürük dişlerde, sağlıklı dişlere göre daha az olması pulpanın kendini korumak amacıyla geliştirdiği, savunma reaksiyonlarına bağlı olarak, sklerotik dentin yapısının oluşmasıyla açıklanmaktadır. Süt dişlerinin, daimi dişlere göre daha geniş bir apikal foramene sahip olmaları ve kan desteğinin bol olması nedeniyle zararlı uyarılara karşı daimi dişlerden, daha hızlı ve şiddetli bir inflamatuvar cevap verdikleri belirtilmiştir (Aras ve Ergun 1983, Kopel 1992). Daimi dişlerde apikal daralma nedeniyle kan desteği azalmakta, herhangi bir hasara karşı kalsifik cevapla birlikte kalsifiye skar dokusu oluşmaktadır. Süt dişlerinde ise çürük lezyonunun daimi dişlere göre daha hızlı ilerlemesi nedeniyle, lezyon ne kadar hızlı ilerlerse tamir dentininin o kadar zayıf ve düzensiz bir yapıda oluşacağı belirtilmiştir (Fuks 2000). Süt dişlerinde, cevap daha farklı olmakta ve herhangi bir patolojide süt dişlerinde gözlenen şiddetli yıkımın, pulpanın zengin, farklılaşmamış hücre içeriğinin odontoklastlara diferansiye olmasına bağlanmaktadır. Bu durum direkt pulpa kaplamalarındaki başarısızlığın nedeni olarak da gösterilmektedir (Kramer and Ireland 1959, Contos 1987, Kopel 1994). Bununla birlikte, süt dişlerinde fizyolojik kök rezorpsiyonunun başladığı dönemde, apikal bölgede meydana gelen sirkülasyon bozukluğunun reperatif dentin oluşumunu geciktirebileceği öne sürülmüştür (Contos 1987). Lin et al. (1994) ise, zengin farklılaşmamış mezenşim hücre içeriğinin süt dişi pulpasına yüksek bir defans ve tamir kapasitesi kazandırdığını bildirmişlerdir. İhtiyaç halinde birçok hücreye olduğu gibi makrofajlara ve odontoblastlara farklılaşmasında bu durumun sorumlu olduğu belirtilmiştir (Pashley 2002). Yaşlanma sonucu, dentin geçirgenliğindeki azalmaya

bağlı olarak daimi diş mine ve dentininde çürüğün daha yavaş ilerlediği bildirilmektedir (Ten Cate 1994, Lin et al., 1994). Süt dişlerinde ise, mine ve dentin kalınlığının ince, dentin geçirgenliğinin yüksek olması sonucunda oluşan mikrosızıntının, pulpanın irritasyonunda önemli olduğu, pulpa dokusunun lokalizasyonunun daimi diş göre farklı olduğu ve pulpa boynuzlarının dişin dış yüzeyine daha yakın olması nedeniyle, pulpanın dış etkenlere karşı korunurluğunun azaldığı belirtilmiştir (Greely, 1981). Genç sürekli dişlerde yapılan çalışmalarda, dişlerin ağız ortamına ilk sürdüğü dönemde dentindeki açık tübül sayısının fazla olduğu (Carrigan et al., 1984, Fosse et al., 1992), tübül iç çeperini saran peritübüler dentin miktarının ve mineralizasyonunun az olması nedeni ile daha geçirgen ve çürüğe daha yatkın olduğu belirtilmiştir (Tronstad, 1973, Stanley et al., 1983, Carrigan et al., 1984, Tagami et al., 1992, Linde and Goldberg, 1993, Marshall, 1993, Mjör 2009).

Çalışmamızda tüm grupların, kök rezorbsiyon derecelerine göre yapılan karşılaştırmada, kök rezorbsiyon derecesinin artışıyla birlikte dentin geçirgenlik değerlerinin de artış gösterdiği, ancak bu durumun sadece orta şiddette florozisi olan, yüzeyel dentin çürüklü diş gruplarında istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç kök rezorbsiyonu artışı ile birlikte, süt dişi pulpasında, meydana gelen değişikliklere karşı oluşturulan savunma cevabının yetersiz kaldığını ve uzun süreli, yüksek doz flora maruz kalınan durumlarda, odontoblastlarda oluşan hasar ve gelişim duraksamasına bağlı olarak geliştiğini düşündürmektedir (Wurtz et al., 2008).

Pulpanın sağlığındaki ve savunma mekanizmasındaki fizyolojik rezorbsiyonun başlamasıyla, yaşın artması ve dişin düşmesine kadar olan değişiklikler tartışma konusudur. Bazı araştırmacılar, kökleri henüz rezorbe olmamış süt dişleri ile genç daimi dişlerin pulpa ve periapikal dokularının yapısal benzerlik gösterdiğini ve süt dişi pulpasının iyileşme potansiyelinin düşme sürecine kadar azalmadığını ve bu dişlerin pulpalarının zengin damarlaşıma ağı ve mineral nitelikleri ile yüksek savunma ve tamir potansiyeline sahip olduğunu rapor etmektedir (Hobson 1970, Fox and Heeley 1980, Alexander 1981, Aras ve Ergun 1983, Sari et al., 1999a, 1999b, Eronat et al., 2002, Monteiro et al., 2009). Diğer araştırmacılar, pulpada iyileşme potansiyelinin yaşın artmasıyla ve kök rezorbsiyonunun gelişmesi ile hücresel

içeriğın azalması, fibrotik yapının artması, sinir fibril ve hücre sayısının azalması ve niteliğinin bozulması gibi gerileyici değışiklikler ile ilişkili olarak azaldığını belirtmektedir (Furseth 1968, Dard et al., 1989, Ten Cate 1994).

Süt dişlerinin pulparları ile daimi dişlerin pulparları arasında gelişimsel, morfolojik ve histolojik açıdan gözlenen farklılıkların, süt dişi pulparlarının hem çürük lezyonuna hem de pulpa tedavilerine karşı verdiği cevabın, daimi dişlerden farklı olmasına yol açtığı belirtilmektedir (Hobson 1970, Belanger 1988, Rodd and Boissonade 2006).

Süt dişlerinde, daimi dişlerden farklı olarak fizyolojik kök rezorbsiyonun olması nedeniyle, süt dişlerinin yaşam süreci; gençlik, olgunluk ve yaşlılık olmak üzere 3 ayrı döneme ayrılmaktadır. Gençlik dönemi; süt dişleri sürdükten sonra kök ucu kapanmasına kadar geçen süreç olup, yaklaşık 1 yıl devam etmektedir. Olgunluk dönemi; kök formasyonunun tamamlanmasından, fizyolojik rezorbsiyonun başlamasına kadar devam eden süreç olarak tanımlanabilir. Yaşlılık dönemi ise; fizyolojik kök rezorbsiyonunun histolojik düzeyde başlangıcından dişin düşmesine kadar geçen süre olarak kabul edilmektedir (Günhan 1994).

Yaşlı süt dişi pulparlarında, fizyolojik kök rezorbsiyonunun ilerlemiş olması nedeniyle yapısal değışiklikler gözleendiği rapor edilmiştir (Kramer and Ireland 1959, Fox and Heeley 1980, Kopel 1992, Ten Cate 1994). Bozulan kan sinir sirkülasyonu ve yoğun osteoklastik aktivite nedeniyle yaşlı süt dişi pulpasının iyileşme ve tamir kapasitesinin azaldığı, bu nedenle vital pulpa tedavilerinin başarı şansının düştüğü de savunulmaktadır. Bununla birlikte, Monteiro et al. (2009) hazırladıkları çalışmada, süt dişlerinin, düşme zamanına kadar olan süreç içerisinde pulpal innervasyon, immun hücre cevabı ve damarsal yapı olarak önemli bir farklılık sergilemediğini rapor etmişlerdir.

Çürük varlığının, süt dişi pulpasında fizyolojik kök rezorbsiyonuna bağlı olarak gelişen yaşlanma sürecini hızlandırdığı ve bu tip olgularda pulpa tedavilerinde başarı şansının azaldığı rapor edilmiştir (Massler 1967, Alaçam 2000).

Daimi dişlerde yapılan çalışmalarda, normal dentinin geçirgenliğinin, asitle pürüzlendirme işlemi sonucu arttığı (Reeder et al., 1978, Pashley et al., 1981b, Pashley and Galloaway 1985), buna karşın ekskave edilip, asitle pürüzlendirilmiş, çürük dentinde geçirgenlik değeri nin sifıra indiği gözlenmiştir (Kurosaki et al.,

1990). Tagami et al. (1992), benzer şekilde ekskave edilmiş çürük dentinde oldukça düşük geçirgenlik değerleri elde etmişlerdir.

Koutsi et al. (1994), hazırladıkları çalışmada dentin derinliğinin çürüksüz süt dişlerinin geçirgenliği ve ultrastrüktürüne etkisini inceledikleri çalışmalarında, dentin tabakalarının derin, orta, dış ve yüzeysel dentin olarak 4 grupta toplamışlar, dentin kalınlığı azaldıkça geçirgenliğin arttığını ve bu artışın süt dişlerinde daha çok olduğunu göstermişlerdir.

Elgalaid et al. (2007), 45 çürüklü daimi molar dişin kron parçalarında dentin geçirgenliğini değerlendirdikleri çalışmalarında, kavite preparasyonu öncesinde ve sonrasında geçirgenlik değerlerini sıfır, smear tabaka uzaklaştırıldıktan sonra ise bu değerlerin artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda süt dişlerinde sıfır değeri sadece sağlam dişlerden elde edilirken; çürük dişlerde dentin geçirgenliği değeri sıfırdan yüksek olarak belirlenmiştir. Elgalaid et al.'un (2007), bu çalışmasında, çürük kavite alanları hesaplanmadığı için sonuçların birbirleri arasında değerlendirildiği düşünülmektedir. Çalışmadaki bu sorunlar göz önüne alınarak, çalışmamızda çürük dentin alanları hesaplanarak dentin geçirgenlik değerleri elde edilmiştir.

Dental floroziste, dentinin mineye göre daha fazla flor içerdiği ve florozis şiddetinin artmasıyla birlikte flor içeriğinin de arttığı bilinmektedir (Nakagaki et al., 1987, Kato et al., 1990, Ishiguro et al., 1994). Ertürk and Kırzıoğlu (2007), hem sağlıklı süt ve daimi dişlerde hem de hafif, orta ve şiddetli florozis gruplarında okluzal dentin dokusunda ölçülen ortalama flor değerlerini karşılaştırdığı çalışmalarında, florozis şiddetinin artmasıyla beraber dentin dokusunun flor içeriğinin de arttığını ve bu artışın süt dişlerinde daimi dişlere göre daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Bu durum florun magnezyuma afinitesi olması ve dentinin magnezyum içeriği minenin magnezyum içeriğinin yaklaşık olarak iki katı olması nedeniyle olabilir. Ayrıca süt dişi dentininin de, daimi diş dentinine göre daha fazla flor konsantrasyonuna sahip olması, süt dişi dentininin daimi diş dentininden daha fazla magnezyum içermesine bağlı olarak, süt dişlerinin daimi dişlere göre dentin dokusunda daha yoğun ve homojen magnezyum dağılımı sergilemesiyle ilişkili olduğu da bildirilmiştir (Derise et al., 1974).

Çalışmamızda, farklı florozis derecelerinde diş gruplarında florozis artışının dentin geçirgenliğini azalttığı, özellikle de orta şiddette florozisi olan grupta en düşük geçirgenlik değerleri belirlenmiştir. Ancak florozis derecesinin artışıyla birlikte, dentin geçirgenliğinde meydana gelen azalma sadece kök rezorbsiyonunun henüz yeni başladığı (K1), yüzeysel dentin çürüğü (Ç1) bulunan dişlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durum, Ertürk and Kırzioğlu'nun (2007), süt dişlerinde hazırladıkları çalışma sonuçları ile örtüşmektedir. Yapılan başka bir çalışmada da dentin disklerine flor uygulanmış, uygulama öncesi ve sonrasında geçirgenlik ölçümleri yapılmıştır (Kazemi et al., 1999). Flor uygulamasının dentin geçirgenliğinde azalmaya neden olduğu, fakat farklılığın istatistiksel olarak anlamsız olduğu rapor edilmiştir. Dentin geçirgenliğindeki azalmaya neden olarak, kalsiyum florit ve kalsiyum fosfat kristallerinin dentin tübüllerine çökmesi gösterilmiştir. Henüz kök rezorbsiyonu 1/3'ten az olan dişlerde, florozis şiddetinin artışıyla birlikte dentin geçirgenliğinin düşüş göstermesi de bu mekanizma ile açıklanabilir. Florozisli diş dentininde de, benzer bir mekanizmanın geçirgenlikte azalmada etkili olabileceği düşünülebilir.

Florun dentin mineralizasyonu, diş kalitesi ve dentin tübül sayısı üzerine olan etkilerinin çalışıldığı araştırmalarda (Vieira et al., 2004, Vieira et al., 2006), dentin flor içeriği ile TFI skoru, dentin tübül çapı, dentin tübül yoğunluğu arasında anlamlı pozitif korelasyon gözleendiği bildirilmiştir. Ayrıca florozis şiddetinin artmasıyla beraber tübül çapının arttığı, tübül yoğunluğunun ise azaldığı, sonuç olarak florun dentin mineralizasyonunu olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle florozis şiddetinin artmasının diş kalitesini azalttığı rapor edilmiştir. Florozis şiddetinin artmasıyla birlikte rapor edilen bu tübül çapı artışının, tübül çapı ile hidrolik iletim doğru orantılı olarak artması nedeniyle, dentin geçirgenliğinde de artışa neden olması beklenirken, çalışmamızda florozis şiddetinin artmasıyla birlikte süt dişlerinde dentin geçirgenliğinin azaldığı ancak bunun çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 1 olan gruplar dışında istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Fakat, florozis şiddetinin artmasıyla beraber dentin geçirgenliği açısından dişler arasında anlamlı bir farklılığın oluştuğu gözlenmiştir.

Ertürk and Kırzioğlu (2007), florozis şiddetinin artmasıyla beraber dentin geçirgenliğinin hem süt dişlerinde hem de daimi dişlerde azalmasını, florun çürük

ilerlemesinde gösterdiği geçirgenliği azaltma ve çürük ilerlemesini yavaşlatma ya da durdurma etkisine benzer bir mekanizma nedeniyle olabileceğini belirtmişlerdir. Florozisli dişler ile yapılacak çalışmalar sayesinde tahmin edilen mekanizmalar daha iyi anlaşılacaktır. Sonuç olarak, dentin geçirgenliğinin florozisli dişlerde az olması pulpanın korunması açısından olumlu bir özellik olarak düşünülebilir.

Dentin geçirgenliğinin değerlendirildiği çalışmalarda; örneklerin hazırlanması, deney düzenekleri, karşılaştırılan basınç değerleri, smear tabakanın uzaklaştırılıp/uzaklaştırılmaması gibi çok sayıda değişken vardır. Bu konuda standardizasyonun sağlanması ve elde edilen değerlerin ilave çalışmalar ile desteklenmesinin klinik uygulamalarda faydalı olacağı düşüncesindeyiz.

Dişleri restore etmede kullanılan operatif işlemler genellikle dentini de kapsamaktadır. Bu nedenle, restorasyonların uzun ömürlü olmasında dentin çok önemli rol oynamaktadır. Dentin kendi nemlilik derecesini hızla değiştirebilme yeteneğine sahip, dinamik, heterojen bir dokudur. Dişin mine dokusundan bu özellikleriyle ayrılan dentin, restoratif materyallerin dişe bağlanmasında problemlerle karşılaşılmasına neden olmaktadır. Dentin dokusunun geçirgenlik özelliklerinin ve bunu etkileyen faktörlerin tam olarak anlaşılması sayesinde sıvı akımı değerlendirilebilecek, ağrı, hassasiyet, restoratif başarısızlık, pulpal hasar gibi komplikasyonlardan sorumlu mekanizmaların anlaşılması mümkün olabilecektir. Dentinin geçirgenliği mikrosızıntı problemi için de çok önemli bir özelliktir. Çünkü bu biyolojik özellik, kontrol edilebildiği takdirde mikrosızıntının etkilerini sınırlamada kullanılabilir. Dentin geçirgenliği hidrolik iletimin ölçülmesi yoluyla en uygun şekilde belirlenmektedir. Dentinin hidrolik iletimindeki değişiklikler, hassasiyet giderici ajanların, kaide materyallerinin, bağlayıcı ajanların, restoratif maddelerin, beyazlatma ajanlarının, smear tabakasını kaldırmada kullanılan ajanların etkinliğinin belirlenmesinde bir metot olarak başarıyla kullanılabilir.

6. SONUÇLAR

1. Pashley'in (1978a) tanımladığı prensiplere uygun olacak şekilde, tamamen otomatik ve pulpa basınç değerlerine daha yakın, düşük basınç değerlerinde çalışabilen yeni bir sistem daha hazırlanmıştır. Bu yeni sistemde, pulpa basıncına yakın değerlerde, dişlerin kron parçalarında ağız ortamına benzer bir ortam oluşturulmaya çalışılarak in vitro deneyler yapılmıştır.
2. Çürüksüz, farklı florozis seviyelerinde farklı kök rezorbsiyonu derecelerinde, tüm diş gruplarında, Lp değeri sıfır olarak belirlenmiştir.
3. Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 1, florozisi olmayan alt grupta, kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte dentin geçirgenliği artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir.
4. Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 1, florozis seviyesi 1 olan alt grupta yapılan kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte dentin geçirgenliği artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir.
5. Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 1, florozis seviyesi 2 olan alt grupta, kök rezorbsiyonu arttıkça dentin geçirgenliğinin de artış gösterdiğini yansıtmaktadır ve bu sonuç istatistik olarak önemlidir.
6. Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 2, florozisi olmayan alt grupta, kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir.
7. Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 2, florozis seviyesi 1 olan alt grupta, kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte dentin geçirgenliği artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir.
8. Dentin geçirgenliği özelliği bakımından çürük seviyesi 2, florozis seviyesi 2 olan alt grupta, dentin geçirgenliği kök rezorbsiyonu artışıyla birlikte artış göstermesine rağmen istatistik olarak önemli değildir.
9. Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 1 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri, sırasıyla hafif ve orta şiddette florozisi olan gruplarda florozisi olmayan gruba göre daha düşük geçirgenlik değeri göstermektedir ve bu azalma istatistik olarak önemlidir.

10. Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 2 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri istatistik olarak önemli değildir.
11. Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 1, kök rezorbsiyon derecesi 3 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri istatistik olarak önemli değildir.
12. Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 2, kök rezorbsiyon derecesi 1 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri istatistik olarak önemli değildir Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 2, kök rezorbsiyon derecesi 1 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri istatistik olarak önemli değildir.
13. Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 2, kök rezorbsiyon derecesi 2 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri istatistik olarak önemli değildir.
14. Florozis derecesi bakımından, çürük seviyesi 2, kök rezorbsiyon derecesi 3 olan alt grupta dentin geçirgenlik değeri değeri istatistik olarak önemli değildir.
15. Kök rezorbsiyon derecesi 1, florozisi olmayan alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.
16. Kök rezorbsiyon derecesi 1 florozis derecesi 1 olan alt grupta alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.
17. Kök rezorbsiyon derecesi 1 florozis derecesi 2 olan alt grupta alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.
18. Kök rezorbsiyon derecesi 2 florozisi olmayan alt grupta yapılan alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.
19. Kök rezorbsiyon derecesi 2 florozis derecesi 1 olan alt grupta alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.
20. Kök rezorbsiyon derecesi 2 florozis derecesi 2 olan alt grupta alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.
21. Kök rezorbsiyon derecesi 3 florozisi olmayan alt grupta alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.

22. Kök rezorbsiyon derecesi 3 florozis derecesi 1 olan alt grupta alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.

23. Kök rezorbsiyon derecesi 3 florozis derecesi 2 olan alt grupta yapılan alt grupta çürük derecesi arttıkça dentin geçirgenliği artış göstermektedir ve bu fark istatistik olarak önemlidir.

24. Dentin geçirgenliği çalışmalarında, örneklerin benzer hazırlanması ve deney düzeneklerinin standart hale getirilmesi ile ileride yapılacak olan çalışmaların birbiriyle karşılaştırılması sağlanabilir.

ÖZET

Florozisli ve Florozisi Olmayan Çürük Dişlerde Dentin Geçirgenliğinin Karşılaştırılması

Türkiye'deki endemik florozis bölgelerinden biri olan Isparta'da çocukların dişlerinde farklı seviyelerde florozis görülmektedir. Bu hastalarda materyallerin dişle bağlanması ve pulpa cevabı konusunda problemler yaşanmaktadır. Geçirgen, heterojen bir mineralize doku olan dentinin geçirgenliğinin daha hassas ve güvenilir bir şekilde ölçülebilmesi için, klasik yönteme göre daha hassas ölçüm yapabilen elektronik hidrolik iletim ölçüm sistemlerinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Florozisli dişlerin dentin geçirgenliğinin belirlenmesiyle ilgili tek bir çalışmaya rastlanırken, çürük süt dişlerinin geçirgenliği ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmamızın amacı, florozisli ve florozisi olmayan çürük süt dişlerinde dentin geçirgenliğinin Elektronik Fotosensörlü Hidrolik İletim Ölçüm Sistemi yardımıyla hassas bir şekilde ölçülmesi ve elde edilen verilerin sağlıklı dişlerle karşılaştırılmasıdır.

Çalışmada çekim endikasyonu konulmuş, florozisli ve florozisi olmayan, farklı kök rezorbsiyonu derecelerinde, sağlam, yüzeysel ve derin dentin çürüklü, toplam 270 adet süt 2. azı dişinin kron parçasında dentin geçirgenliği ölçümü yapılmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Sonuç olarak, çürük derinliğinin artışıyla tüm diş gruplarında dentin geçirgenliğinin de artış gösterdiği izlenmiştir. Kök rezorbsiyonu derecesinin artışıyla geçirgenlik değerinin artışı orta derecede florozisi olan grupta belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: çürük süt dişleri, dental florozis, dentin geçirgenliği, elektronik fotosensörlü hidrolik iletim ölçüm sistemi, süt dişleri.

SUMMARY

Evaluation of Dentin Permeability of Fluorosis or Non-fluorosis Teeth with Caries

Dental fluorosis with different severities can still be observed in children's teeth in Isparta which is the endemic fluorosis areas in Turkey. There are problems in bonding of the materials to these teeth and pulp response to the materials. Many studies on electronic hydraulic conductance measurement systems which can give more precise and reliable results of permeability of dentine -a heterogen mineralized tissue than the classical system continues to be made. To the authors' knowledge, while there are only one study on the dentine permeability of fluorotic teeth, any studies has not been observed on permeability of carious primary teeth in the literature.

The aim of this in vitro study was measure the permeability of dentine fluorosis or non-fluorosis caries primary teeth precisely by Electronic Hydraulic Conductance Measurement System with Photosensors, and to compare the data with healthy teeth.

A total of 270 fluorosis or non-fluorosis caries and non-cariou primary 2nd molar teeth crown segment with different resorption level, were selected and used in this study. Dentin permeability data of the teeth were recorded and analyzed statistically.

It was finally observed that dentine permeability increases due to the enhancing of the depth of carious in all groups. At the same time it is also revealed that the degree of root resorption increases due to the dentin permeability enhancing in the moderate fluorosis group.

Key words: Caries primary teeth, dental fluorosis, dentine permeability, electronic hydraulic conductance measurement system, primary teeth.

KAYNAKLAR

- Abou Hashieh I, Franquin JC, Cosset A, Dejou J, Camps J. Relationship between dentine hydraulic conductance and the cytotoxicity of four dentine bonding resins in vitro. *J Dent* 1998;26:473-477.
- About I, Murray PE, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ. The effect of cavity restoration variables on odontoblast cell numbers and dental repair. *J Dent* 2001;29(2):109-117.
- Ackermans F, Klein JP, Frank RM. Ultrastructural localization of immunoglobulins in carious human dentine. *Arch Oral Biol* 1981;26:879-886.
- Agostini FG, Kaaden C, Powers JM. Bond strength of self-etching primers to enamel and dentin of primary teeth. *Pediatr Dent* 2001;23(6):481-486.
- Alaşam A. Pedodontide endodontik yaklaşımlar: Alaşam T. *Endodonti*. Barış Yayınları, Ankara, 2000; p:693-722.
- Albert SB, Bray D, Lewis J, Raff M, Roberts K, Watson JD. *Molecular biology of the cell*. Eds.3rd Ed., New York Garland Publishing Inc. 1994; p.978-982.
- Alexander SA. Collagenolytic activity from human deciduous pulps. *J Endod* 1981;7(9):418-420.
- Angelova A, Takagi Y, Okiji T, Kaneko T, Yamashita Y. Immunocompetent cells in the pulp of human deciduous teeth. *Arch Oral Biol* 2004;49:29-36.
- Angker L, Swain MV, Kilpatric N. Micro-mechanical characterisation of the properties of primary tooth dentine. *J Dent* 2003;31:261-267.
- Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002;13(2):155-170.
- Aras Ş, Ergun E. Fizyolojik kök rezorbsiyonu esnasında süt dişlerinin pulpa ve kök dokularının histolojik olarak incelenmesi. *AÜ Diş Hek Fak Derg* 1983;10:57-67.
- Araujo FB, Garcia-Godoy F, Issao M. A comparison of three resin bonding agents to primary tooth dentin. *Pediatr Dent* 1997;19:253-257.
- Armbrust LJ, Hoskinson JJ, Biller DS, Ostmeyer RM, Milliken GA, Choi J. Comparison of digitized and direct viewed (analog) radiographic images for detection of pulmonary nodules. *Vet Radiol Ultrasound* 2005;46(5):361-367.
- Asakawa T, Manabe A, Itoh K, Inoue M, Hisamitsu H, Sasa R. Efficacy of dentin adhesives in primary and permanent teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2001;25:231-236.
- Avery JK, Chiego DJ. Dentin. In: *Essentials of Oral Histology and Embryology*, Eds. 3rd Ed., St. Louis: Mosby C, 2006: p.107-136.
- Bachicha WS, Difiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod* 1998;24:703-708.
- Banomyong D, Palamara JE, Burrow MF, Messer HH. Effect of dentin conditioning on dentin permeability and micro-shear bond strength. *Eur J Oral Sci* 2007;115(6):502-509.
- Banomyong D, Palamara JEA, Messer HH, Burrow MF. Fluid flow after resin-composite restoration in extracted carious teeth. *Eur J Oral Sci* 2009;117:334-342
- Bartlett JD, Dwyer SE, Beniash E, Skobe Z, Payne-Ferreira TL. Fluorosis: a new model and new insights. *J Dent Res* 2005;84(9):832-836.

Belanger GK. Pulp Therapy for the Primary Dentition. In: *Pinkham, J.R. Pediatric Dentistry*, Phil W.B. Saunders Co. 1988;p:258.

Bergenholtz G. Effects of bacterial products on inflammatory reactions in the dental pulp. *Scand J Dent Res* 1977;85:122-129.

Bergenholtz G. Inflammatory responses of the dental pulp to bacterial irritation. *J Endod* 1981;7:100-104.

Bergenholtz G, Warfvinge J. Migration of leukocytes in dental pulp in response to plaque bacteria. *Scand J Dent Res* 1982;90:354-362.

Bergenholtz G. Influence of dentin permeability of microbial challenges to the dentin/pulp complex. In: *Dentin/pulp complex*. Shimono M, Takahashi K. Tokyo, Japan: Quintessence Publishing, 1996.

Bergenholtz G. Evidence for bacterial causation of adverse pulpal responses in resin-based dental restorations. *Crit Rev Oral Biol Med* 2000;11:467-480.

Berkovitz, BKB, Holland GR, Moxham BJ. Dentine. In: *Oral Anatomy, Embryology and Histology*, 3rd Ed. St. Louis: Mosby C. 2002; p.125- 148.

Bjorndal L, Thylstrup A. A structural analysis of approximal enamel caries lesions and subjacent dentin reactions. *Eur J Oral Sci* 1995;103:25-31.

Bjorndal L, Mjor IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 4: Dental caries characteristics of lesions and pulpal reactions. *Quintessence Int* 2001;32:717-736.

Bolan M, Rocha MJ. Histopathologic study of physiological and pathological resorptions in human primary teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:680-685.

Bordin-Aykroyd S, Sefton J, Davies EH. In vitro bond strengths of three current dentin adhesives to primary and permanent teeth. *Dent Mater* 1992;8:74-78.

Bouillaguet S, Wataha JC, Hanks CT, Ciucchi B, Holz J. In vitro cytotoxicity and dentin permeability of HEMA. *J Endod* 1996;22:244-248.

Boyer DB, Svare CW. The effect of rotary instrumentation on the permeability of dentin. *J Dent Res* 1981;60(6):966-971.

Brännström M, Aström A. The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. *Int Dent J* 1972;22:219-227.

Burger P, Cleaton-Jones P, du Plessis J, de Vries J. Comparison of two fluorosis indices in the primary dentition of Tswana children. *Commun Dent Oral Epidemiol* 1987;15(2):95-97.

Burrow MF, Nopnakeepong U, Phrukkanon S. A comparison of microtensile bond strengths of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin. *Dent Mater* 2002;18(3):239-245.

Büyükgürül B, Cehreli ZC. Effect of different adhesive protocols vs calcium hydroxide on primary tooth pulp with different remaining dentin thicknesses:24-month results. *Clin Oral Invest* 2008;12:91-96.

Byers MR. Neuropeptide immunoreactivity in dental sensory nerves: Variations related to primary odontoblast function and survival. In: *Dentin/pulp complex*. Shimono M, Takahashi K. Japan: Quintessence Publishing, 1996.

Camps J, Martin P, Ladeque P, Rieu R, Fuseri J. Influence of tooth cryopreservation on human dentin permeability, in vitro. *Dent Mater* 1994;10(3):210-214.

Camps J, Baudry X, Bordes V, Dejoux J, Pignoly C, Ladeque P. Influence of tooth cryopreservation and storage time on microleakage. *Dent Mater* 1996;12(2):121-126.

Camps J, Giustiniani S, Dejou J, Franquin JC. Low versus high pressure for in vitro determination of hydraulic conductance of human dentin. *Arch Oral Biol* 1997;42(4): 293-298.

Camps J, Dejou J, Remusat M, About I. Factors influencing pulpal response to cavity restorations. *Dent Mater* 2000;16:432-440.

Carrigan PJ, Morse DR, Furst L, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *J Endod* 1984;10:359-363.

Carrilho MR, Tay FR, Sword J, Donnelly AM, Agee KA, Nishitani Y, Sadek FT, Carvalho RM, Pashley DH. Dentine sealing provided by smear layer/smear plugs vs. adhesive resins/resin tags. *Eur J Oral Sci* 2007;115(4):321-329.

Causton BE. Improved bonding of composite restorative to dentine. *Br Dent J* 1984;156:93-95

Cengiz T., Endodonti 4.baskı, İzmir: Barış Yayınları,1996.

Chan DCN, Reinhardt JW, Boyer DB. Composite resin compatibility and bond longevity of a dentin bonding agent. *J Dent Res* 1985;64:1402-1404.

Ciucchi B, Bouillaguet S, Holz J, Pashley DH. Dentinal fluid dynamics in human teeth in vivo. *J Endod* 1995;21:191-194.

Clark DC, Shulman JD, Maupomé G, Levy SM. Changes in dental fluorosis following the cessation of water fluoridation. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006;34(3):197-204.

Contos JG, Corcoran JF, Laturno SAL, Chiego DJ, Regezi JA. Langerhans cells in apical periodontal cysts; an immunohistochemical study. *J Endod* 1987;13:52-55.

Conway DI, MacPherson LM, Stephen KW, Gilmour WH, Petersson LG. Prevalence of dental fluorosis in children from non-water-fluoridated Halmstad, Sweden: fluoride toothpaste use in infancy. *Acta Odontol Scand* 2005;63(1):56-63.

Cox CF, White KC, Ramus DL, Farmer JB, Snuggs HM. Reperative dentin: Factors affecting its deposition. *Quintessence Int* 1992;23:257-270.

Dai XF, Ten Cate AR, Limeback H. The extent and distribution of intratubular collagen fibrils in human dentine. *Arch Oral Biol* 1991;36:775-778.

Dard M, Kerebel LM, Kerebel B. A transmission electron microscope study of fibroblast changes in human deciduous tooth pulp. *Arch Oral Biol* 1989;34(4):223-228.

Dean HT. Classification of mottled enamel diagnosis. *J Am Dent Assoc* 1934;21:1421-1426.

Den Besten PK. Mechanism and timing of fluoride effects on developing enamel. *J Public Health Dent* 1999;59(4):247-251.

Derise NL, Ritchey SJ, Furr AK. Mineral composition of normal human enamel and dentin and the relation of composition to dental caries. I. Macrominerals and comparison of methods of analyses. *J Dent Res* 1974;53(4):847-852.

Derkson GD, Pashley DH, Derson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: A new in vitro method. *J Prosthet Dent* 1986;56:435-440.

DeWald JP. The use of extracted teeth for in vitro bonding studies: a review of infection control considerations. *Dent Mater* 1997;13(2):74-81.

Dippel HW, Borggreven JPM, Hoppenbrouwers, PMM. Morphology and permeability of the dentinal smear layer. *J Prosthet Dent* 1984;52:657-662.

Dourda AO, Moule AJ, Young WG. A morphometric analysis of the cross-sectional area of dentine occupied by dentinal tubules in human third molar teeth. *Int Endo J* 1994;27:184-189.

Duran I, Şengün A, Yıldırım T, Öztürk B. In vitro dentine permeability evaluation of HEMA-based (desensitizing) products using split-chamber model following in vivo application in the dog. *J Oral Rehabil* 2005;32:34-38.

Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorenson SE. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res* 1970;49(6):1359-1368.

Elgalaid TO, Creanor SL, Creanor S, Hall AF. The permeability of natural dentine caries before and after restoration: An in vitro study. *J Dent* 2007;35(8):656-63.

Elgalaid TO, Creanor SL, Creanor S, Hall AF. The permeability of artificial dentine carious lesions. *Arch Oral Biol* 2008a;53(8):744-750.

Elgalaid TO, Creanor SL, Creanor S, Hall AF. The repeatability of human dentine permeability measurement in vitro. *J Dent* 2008b;36(1):42-48.

Elliott CG, Smith MD. Dietary fluoride related to the fluoride content of teeth. *J Dent Res* 1960;39:93-98.

Eronat C, Eronat N, Aktug M. Histological investigation of physiologically resorbing primary teeth using. *Int J Paediatr Dent* 2002;12:207-214.

Ertürk MS. Florozisli ve sağlıklı süt ve daimi dişlerde flor miktarının ve dentin geçirgenliğinin in vitro karşılaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Prof. Dr. Zuhâl Kırzıoğlu) 2006.

Ertürk MS, Kırzıoğlu Z. In vitro evaluation of dentin permeability of fluorotic primary teeth with a new electronic hydraulic conductance measurement system with photosensors. *Arch Oral Biol* 2007;52(11):1057-1063.

Fejerskov O, Thylstrup A, Larsen MJ. Clinical and structural features and possible pathogenic mechanisms of dental fluorosis. *Scand J Dent Res* 1977;85(7):510-534.

Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. *Fluoride in Dentistry*. Eds. 2nd Ed. Munksgaard, Copenhagen: Boisen Print, 1996.

Finn S. Morphology of the Primary Teeth. In: *Finn Clinical Pedodontics*. Finn S Eds. 4th Ed., USA: W.B. Saunders Company, 1992: p. 48-57.

Fogel, H.M., Marshall, F.J., Pashley, D.H. Effects of distance from the pulp and thickness on the hydraulic conductance of human radicular dentin. *J Dent Res* 1988;67:1381-1385.

Fosse G, Saele P, Eide R. Numerical density and distributional pattern of dentin tubules. *Acta Odontol Scand* 1992;50:201-210.

Fox AG, Heeley JD. Histological study of pulps of human primary teeth. *Arch Oral Biol* 1980;25:109-110.

Fuks AB. Pulp therapy for the primary and young permanent dentitions. *Dent Clin North Am* 2000;44:571-596.

Furseth R. The resorption processes of human deciduous teeth studied by light microscopy, microradiography and electron microscopy. *Arch Oral Biol* 1968;13:417-431.

Fusayama T, Terachima S. Differentiation of two layers of carious dentin by staining. *J Dent Res* 1972;51:866.

Fusayama T. Differentiating Two Layers of Carious Dentin and Using an Adhesive Resin. In: *New Concepts in Operative Dentistry*. Quintessence Publishing Co., Inc, Chiago 1980: p.16-43.

Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol* 1976;21:355-362.

Gedalia I, Shapira L. Effect of prenatal and postnatal fluoride on the human deciduous dentition. A literature review. *Adv Dent Res* 1989;3(2):168-176.

Ghazali FBC. Permeability of dentine. *Malaysian J Med Sci* 2003;10(1):27-36.

Going RE. Microleakage around dental restorations: A summarizing review. *J Am Dent Assoc* 1972;84:1349-1357.

Goldberg M, Lasfargues JJ. Pulpo-dentinal complex revisited. *J Dent* 1995;23:15-20.

Goodis HE, Marshall GW Jr, White JM. The effects of storage after extraction of the teeth on human dentin permeability in vitro. *Arch Oral Biol* 1991;36(8):361-366.

Goodis HE, Marshall GW Jr, White JM, GEE L, Hornberger B, Marshall SJ. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. *Dent Mater* 1993;9:79-84.

Greeley MCB. Pulp therapy for the primary and the young permanent dentition. In: *Pediatric Dental Medicine*. Forrester DC, Wagner ML, Fleming, J. Philedelphia, 1981;p:456-460.

Gregoire G, Millas A. Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10 contemporary self-etching systems: correlation with their pH. *Oper Dent* 2005;30:481-491.

Günhan A. Pedodonti, İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Basımevi ve Film Merkezi, İstanbul, 1994.

Hamid A, Hume WR. The effect of dentine thickness on diffusion of resin monomers in vitro. *J Oral Rehabil* 1997;24:20-25.

Hanh CL, Overton B. The effects of immunoglobulins on the convective permeability of human dentine in vitro. *Arch Oral Biol* 1997;42:835-843.

Hirayama A, Yamada M, Miake K. Analytical electron microscobic studies on the dentinal tubules of human primary teeth. *J Dent Res* 1985;64:743.

Hoang-Dao BT, Hoang-Tu H, Tran-Hung L, Camps J, Koubi G, About I. Evaluation of a natural resin-based new material (Shellac F) as a potential desensitizing agent. *Dent Mater* 2008;24(7):1001-1007.

Hobson P. Pulp treatment of deciduous teeth. *Br Dent J* 1970;128:232-238.

Honjo H, Tsubakimoto K, Utsumi N, Tsutsui M. Localization of plasma proteins in the human dental pulp. *J Dent Res* 1970;49:888.

Horner K, Rushton VE, Shearer AC. A laboratory evaluation of Ektaspeed Plus dental X-ray film. *J Dent* 1995;23(6):359-363.

Hosoya Y, Kawashita Y, Yoshida M, Suefuji C, Marshall Jr GW. Fluoridated light activated bonding resin adhesion to enamel and dentin: primary vs. permanent. *Pediatr Dent* 2000a;22:101-106.

Hosoya Y, Kawada E, Ushigome T, Oda Y, Garcia-Godoy F. Micro-tensile bond strength of sound and caries-affected primary tooth dentin measured with original designed jig. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;77:241-248.

<http://rsb.info.nih.gov/ij>, Erişim tarihi 2009-2010.

Ishiguro K, Nakagaki H, Takeuchi K, Mukai M, Yoshioka I, Miyauchi K, Robinson C, Weatherell JA. Distribution of fluoride in the dental tissues and their supporting mandibular bone from the same individual. *Arch Oral Biol* 1994;39(69):535-537.

Ismail AI, Bandekar RR. Fluoride supplements and fluorosis: a meta-analysis. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999;27(1):48-56.

Johnsen DC. Comparison of Primary and permanent teeth. In. *Oral Development and Histology* Avery JK, Eds. 3th Ed., USA: Thieme, 2002; p. 213-224.

Johnson G, Olgart L, Brännström M. Outward fluid flow in dentin under a physiologic pressure gradient: Experiments in vitro. *Oral Surg Oral Med. Oral Pathol* 1973;35:238-248.

Jontell M, Okiji T, Dahlgren U, Bergenholtz G. Immune defense mechanisms of the dental pulp. *Crit Rev Oral Biol Med* 1998;9:179-200.

Jumlongras D, White GE. Bond strength of composite resin and compomers in primary and permanent teeth. *J Clin Pediatr Dent* 1997;21:223-229.

Kaga M, Hashimoto M, Oguchi H. Bond strength of dentinal adhesives in primary molars and premolars. *J Dent Res* 1997;76:188.

Kahvecioğlu F, Şener Y. Süt Dişlerinden Elde Edilen Dentin Disklerinin Geçirgenliklerinin ve Bu Disklere Uygulanan Restoratif Sistemlerin Bağlanma Dayanımlarının Araştırılması. *HÜ Diş Hek Fak Derg* 2007;31(2):85-91.

Kargül B, Çağlar E, Tanboğa I. History of water fluoridation. *J Clin Pediatr Dent* 2003;27(3):213-218.

Kassa D, Day P, High A, Duggal M. Histological comparison of pulpal inflammation in primary teeth with occlusal or proximal caries. *Int J Paediatr Dent* 2009;19(1):26-33.

Kato S, Fusayama T. Recalcification of artificially decalcified dentin in vivo. *J Dent Res* 1970;49:1060-1067.

Kato K, Nakagaki H, Robinson C, Weatherell JA. Distribution of fluoride across cementum, dentine and alveolar bone in rats. *Caries Res* 1990;24(2):117-120.

Kawasaki K, Tanaka S, Ishikawa T. On the daily incremental lines in human dentin. *Arch Oral Biol* 1979;24:939-943.

Kazemi RB, Sen BH, Spangberg LS. Permeability changes of dentin treated with titanium tetrafluoride. *J Dent* 1999;27(7):531-538.

Kır E. Isparta ili içme suyu kaynaklarında nitrat, fosfat ve florür dağılımının araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta (Doç.Dr. Mustafa Cengiz), 1996.

Kidd EAM, Bernard BGN, Watson TF. Pickard's Manual of Operative Dentistry. Eds. 8th Ed. New York: Oxford University Press, 2003: p.10.

Kim S, Trowbridge OH. Pulpal Reaction to Caries and Dental Procedures. In *Pathways of The Pulp*. Cohen S, Burns R. 6th Ed., St.Louis: Mosby, 1994.

Kinney JH, Balooch M, Marshall SJ, Marshall GW, Weihs TP. Hardness and young's modulus of human peritubular and intertubular dentine. *Arch Oral Biol* 1996;41:9-13.

Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: A critical review and re-evaluation of the dental literature. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;4:13-29.

Klinge RF. A microradiographic and electron microscopic study of tertiary dentin in human deciduous teeth. *Acta Odontol Scand* 1999;57:87-92.

Knutsson G, Jontell M, Bergenholtz G. Determination of plasma proteins in dentinal fluid from cavities prepared in healthy young teeth. *Arch Oral Biol* 1994;39:185-190.

Konno ANK, Sinhoreti MAC, Consani S, Sobrinho LC, Consani RLX. Storage effect on the shear bond strength of adhesive systems. *Braz Dent J* 2003;14:42-47.

- Kopel HM. Considerations for the direct pulp capping procedure in primary teeth. *J Dent Child* 1992;60:141-149.
- Koray F. Diş Çürükleri. İstanbul: Altın Matbaacılık, 1981.
- Koutsi V, Noonan RG, Horner JA, Simpson MD, Matthews WG, Pashley DH. The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatr Dent* 1994;16(1):29-35.
- Kramer WS, Ireland RL. Measurements of the primary teeth. *J Dent Child* 1959;26:252-261.
- Kuboki Y, Ohgushi K., Fusayama T. Collagen biochemistry of the two layers of carious dentin. *J Dent Res* 1977; 56: 1233-1237.
- Kurosaki N, Kubota M, Yamamoto Y, Fusayama T. The effect of etching on the dentin of the clinical cavity floor. *Oper Dent* 1990;21:87-92.
- Küçükolbaşı H, Ataoğlu H, Belli S. Quantitative evaluation of leakage in roots filled retrogradely with different filled materials after apicoectomy. *SÜ Diş Hek Fak Derg* 2007;16:18-21.
- Layola-Rodriguez JP, Pozos-Guillen AJ, Hernandez-Guerrero JC, Hernandez-Sierra JE. Fluorosis in primary dentition in a region with endemic water fluoride. *Salud Publica Mex* 2000;42(3):194-200.
- Levy SM, Hillis SL, Warren JJ, Broffitt BA, Mahbulul Islam AKM, Wefel JS, Kanellis MJ. Primary tooth fluorosis and fluoride intake during the first year of life. *Commun Dent Oral Epidemiol* 2002;30(4):286-295.
- Linde A, Goldberg M. Dentinogenesis. *Crit Rev Oral Biol Med* 1993;45:679-728.
- Li Y, Liang C, Slemenda CW, Ji R, Sun S, Cao J, et al. Effect of long-term exposure to fluoride in drinking water on risks of bone fractures. *J Bone Miner Res* 2001;16(5):932-939.
- Lin PF, Fiore-Donno G, Lombardi T. Immunohistochemical detection of S-100 protein in human deciduous dental pulp. *Ann Anat* 1994;176(2):171-173.
- Love RM, Chandler NP, Jenkinson HF. Penetration of smeared or nonsmeared dentine by streptokokus gordonii. *Int Endod J* 1996;29:2-12.
- Love RM, Jenkinson HF. Invasion on dentinal tubules by oral bacteria. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002;13:171-183.
- Love, R.M. The effect of tissue molecules on bacterial invasion of dentine. *Oral Microbiol Immunol* 2002;17:32-37.
- Ludlow JB, Platin E. Densitometric comparisons of Ultra-speed, Ektaspeed, and Ektaspeed Plus intraoral films for two processing conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79(1):105-113.
- Lundeen TF, Roberson TM. Cariology: the lesion, etiology, prevention and control. In: *The Art and Science of Operative Dentistry*, CM Sturdevant. Eds. 3rd Ed. St. Louis: Mosby C, Chapter 3, 1995.
- Maezzo N, Ott NW, Hondrum SO. Resin bonding to primary teeth using three adhesive systems. *Pediatr Dent* 1995;17:112-115.
- Maguire A, Zohouri FV, Mathers JC, Sten IN, Hindmarch PN, Moynihan PJ. Bioavailability of fluoride in drinking water: a human experimental study. *J Dent Res* 2005;84(11):989-993.
- Maita E, Simpson MD, Tao L, Pashley DH. Fluid and protein flux across the pulpodentine complex of the dog in vivo. *Arch Oral Biol* 1991;36:103-110.
- Mandinic Z, Curcic M, Antonijevec B, Carevic M, Mandic J, et al. Fluoride in drinking water and dental fluorosis. *Sci Total Environ* 2010; 408(17):3507-3512.

Manly RS, Hodge HC. Density and refractive index studies of dental hard tissues. *J Dent Res* 1939;18(2):133-141.

Markowitz K, Kim S. Hypersensitive teeth: Experimental studies of dentinal desensitizing agents. *Dent Clin North Am* 1990;34:491-501.

Maroli S, Khera SC, Krell KV. Regional variation in permeability of young dentin. *Oper Dent* 1992;17(3):93-100.

Marshall GW Jr. Dentin: microstructure and characterization. *Quintessence Int* 1993;24:606-617.

Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Ballooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 1997;25(6):441-458.

Massler M. Pulpal reactions to dental caries. *Int Dent J* 1967;17:441-460.

Meredith N, Sherriff M, Setchell DJ, Swanson SA. Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Arch Oral Biol* 1996;41:539-545.

Meyer-Lueckel H, Paris S, Shirkhani B, Hopfenmuller W, Kielbassa AM. Caries and fluorosis in 6 and 9-year-old children residing in three communities in Iran. *Community Dent Oral Epidemiol* 2006;34(1):63-70.

Michelich, VJ, Pashley DH, Whitford GM. Dentin permeability: A comparison of functional versus anatomical tubular radii. *J Dent Res* 1978;57:1019-1024.

Milan AM, Waddington RJ, Embery G. Altered phosphorylation of rat dentine phosphoproteins by fluoride in vivo. *Calcif Tissue Int* 1999; 64(3):234-238.

Miller WA, Massler M. Permeability and staining of active and arrested lesions in dentine. *Br Dent J* 1962; 112: 187-197.

Mjör IA. Dentin-predentin complex and its permeability: pathology and treatment overview. *J Dent Res* 1985; 64 Spec No: 621-627.

Mjör IA, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Arch Oral Biol* 1996;41:401-412.

Mjör IA, Sveen OB, Heyeraas KJ. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 1: Normal structure and physiology. *Quintessence Int* 2001;32:427-446.

Mjör IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 2 Initial reactions to preparation of teeth for restorative procedures. *Quintessence Int* 2001;32:537-551.

Mjör IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. China: Quintessence Publishing Co., Inc., 2002, p.1-37.

Mjör IA, Ferrari M. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 6: Reactions to restorative materials, tooth-restoration interfaces, and adhesive techniques. *Quintessence Int* 2002;33:35-63.

Mjör IA. Dentin Permeability: The Basis for Understanding Pulp Reactions and Adhesive Technology. *Braz Dent J* 2009;20(1):3-16.

Moller IJ. Fluorides and dental fluorosis. *Int Dent J* 1982; 32: 135-147.

Monteiro J, Day P, Duggal M, Morgan C, Rodd H. Pulpal status of human primary teeth with physiological root resorption. *Int J Paediatr Dent* 2009;19(1):16-25.

Montherrat-Carret L, et al. Chemical and x-ray analysis of fluoride, phosphorus and calcium in human foetal blood and hard tissues. *Arch Oral Biol* 1996;41(12):1169-1178.

Murray PE, About I, Lumley PJ, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ. Human odontoblast cell numbers after dental injury. *J Dent* 2000a;28:277- 285.

Murray PE, About I, Lumley PJ, Smith G, Franquin JC, Smith AJ. Postoperative pulpal and repair responses. *J Am Dent Assoc* 2000b;131:321- 329.

Nagoaka S, Miyazaki Y, Liu H, Iwamoto Y, Kitano M, Kawagoe M. Bacterial invasion into dentinal tubules of human vital and nonvital teeth. *J Endod* 1995;21(2):70-73.

Nakagaki H, Koyama Y, Sakakibara Y, Weatherell JA, Robinson C. Distribution of fluoride across human dental enamel, dentine and cementum. *Arch Oral Biol* 1987;32(9):651-654.

Nakornchai S, Atsawasuwan P, Kitamura E, Surarit R, Yamauchi M. Partial biochemical characterisation of collagen in carious dentin of human primary teeth. *Arch Oral Biol* 2004;49:267-273.

National Research Council, Commission on Life Sciences. *Health Effects of Ingested Fluoride*. Washington DC: National Academy Press, 1993:p.19-49.

Nelson DGA, Jongbloed WL, Arends J. Morphology of enamel surfaces treated with topical fluoride agents: SEM considerations. *J Dent Res* 1983;62(12):1201-1208.

Obersztyn A. Experimental investigation of factors causing resorption of deciduous teeth. *J Dent Res* 1963;42:660-674.

Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res* 1983;62:7-10.

Ogushi K, Fusayama T. Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. *J Dent Res* 1975;54:1019-1026.

Okamura K. Histological study on the origin of dentinal immunoglobulins and the change in their localization during caries. *J Oral Path* 1985;14:680-689.

Outhwaite WC, Mackenzie DM, Pashley DH. A versatile split-chamber device for studying dentin permeability. *J Dent Res* 1974;53(6):1503.

Outhwaite WC, Livingston MJ, Pashley DH. Effects of changes in surface area, thickness, temperature and post-extraction time on human dentine permeability. *Arch Oral Biol* 1976;21(10):599-603.

Özok AR, De Gee AJ, Wu MK, Wesselink PR. The influence of resin composite and bonded amalgam restorations on dentine permeability in class II cavities in vitro. *Dent Mater* 2001;17:477-484.

Özok AR, Wu MK, Wesselink PR. The effects of post extraction time on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. *Arch Oral Biol* 2002a;47(1):41-46.

Özok AR, Wu MK, Wesselink PR. Comparison of the in vitro permeability of human dentine according to the dentinal region and the composition of the simulated dentinal fluid. *J Dent* 2002b;30:107-111.

Öztürk B, Özer F, Belli S. An in vitro comparison of adhesive systems to seal pulp chamber walls. *Int Endod J* 2004;37:297-306.

Pashley DH, Livingston MJ. Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentine. *Arch Oral Biol* 1978;23:391-395.

Pashley DH, Livingstone MJ, Greenhill JD. Regional resistance to fluid flow in human dentine in vitro. *Arch Oral Biol* 1978a;23(9):807-810.

Pashley DH, Livingston MJ, Reeder OW, Horner J. Effects of the degree of tubule occlusion on the permeability of human dentine in vitro. *Arch Oral Biol* 1978b;23:1127-1133.

Pashley DH. The influence of dentin permeability and pulpal blood flow on pulpal solute concentration. *J Endod* 1979;5:355-361.

Pashley DH, Kehl T, Pashley E, Palmer P. Comparison of in vitro and in vivo dog dentin permeability. *J Dent Res* 1981a;60:763-768.

Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: Effect of smear layer removal. *J Prost Dent* 1981b;46:531-537.

Pashley DH, Nelson R, Kepler EE. The effects of plasma and salivary constituent on dentine permeability. *J Dent Res* 1982;61:978-981.

Pashley DH, Thompson SM, Stewart FP. Dentin permeability: effects of temperature on hydraulic conductance. *J Dent Res* 1983a;62(9):956-959.

Pashley DH, Kepler EE, Williams EC, Okabe A. Progressive decrease in dentine permeability following cavity preparation. *Arch Oral Biol* 1983b;28:853-858.

Pashley DH, Galloway SE, Stewart F. Effect of fibrinogen in vivo on dentine permeability in the dog. *Arch Oral Biol* 1984a;29:725-728.

Pashley DH, Kepler EE, Williams EC, O'meara JA. The effect on dentin permeability of time following cavity preparation in dogs. *Arch Oral Biol* 1984b;29:65-68.

Pashley DH. Dentin-predentin complex and its permeability: Physiologic overview. *J Dent Res* 1985;64:613-620.

Pashley DH, Galloway SE. The effect of oxalate treatment on the smear layer of ground surfaces of human dentine. *Arch Oral Biol* 1985;30:731-737.

Pashley DH, Okabe A, Parham P. The relationship between dentin microhardness and tubule density. *Dent Traumatol* 1985;1:176-179.

Pashley DH, Depew DD. Effects of the smear layer, copalite and oxalate on microleakage. *Oper Dent* 1986;11:95-102.

Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathaor SR. Regional variability in the permeability of human dentine. *Arch Oral Biol* 1987;32(7):519-523.

Pashley DH. Consideration of dentine permeability in cytotoxicity testing. *Int Endo J* 1988;21:143-154.

Pashley DH. Clinical considerations of microleakage. *J Endod* 1990a; 16:70-77.

Pashley DH. Dentine permeability: theory and practice. In: *Experimental endodontics*. Boca Raton: CRC Press Inc.; 1990b. p.19-49.

Pashley, DH. Clinical correlations of dentin structure and function. *J Prosthet Dent* 1991;66:777-781.

Pashley EL, Talman R, Horner JA, Pashley DH. Permeability of normal versus carious dentin. *Dent Traumatol* 1991; 7(5): 207-211.

Pashley DH. Smear layer: Overview and structure. *Proc Finn Dent Soc* 1992;88(1):215-24.

Pashley DH, Horner JA, Brewer PD. Interactions of conditioners on the dentin surface. *Oper Dent* 1992; supp5: 137-150.

Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int* 1993;24:618-31.

Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Carvalho RM, Russel CM. Bond strenght versus dentine structures: a modelling approach. *Arch Oral Biol* 1995;40(12):1109-1118.

Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Crit Rev Oral Biol Med* 1996;7:104-133.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997; 25:355-372.

Pashley DH. Pulpodentin Complex. In: *Seltzer and Bender's Dental Pulp*. KM Hargreaves, HE Goodis. Quintessence Publishing Co, 2002, p.63-85.

Pashley DH, Pashley EL, Carvalho RM, Tay FR. The effects of dentin permeability on restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 2002;46:211-245.

Pashley, D.H., Liewehr, F.R. Structure and Functions of the Dentin and Pulp Complex. In: *Pathways of the Pulp*. S Cohen, KM Hargreaves, Eds. 6th Ed., St.Louis: Mosby, 1994.

Pendrys DG. The fluorosis risk index: a method for investigating risk factors. *J Public Health Dent* 1990;50(5):291-298.

Pendrys DG, Katz RV, Morse DE. Risk factors for enamel fluorosis in a fluoridated population. *Am J Epidemiol* 1994;140(5):461-471.

Pereira AC, Moreira BW. Analysis of three dental fluorosis indexes used in epidemiologic trials. *Braz Dent J* 1999;10(1):1-6.

Pissiotis E, Spangberg LSW. Dentin permeability to bacterial proteins in vitro. *J Endod* 1994;20:118-122.

Potts TV, Cunningham T, Finkelstein MJ, Silverberg-Strumfeld L. The movement of radioactive molecules across dentine in vivo in the dog. *Archs Oral Biol* 1985;30:353-357.

Prati C, Simpson M, Mitchem J, Tao L, Pashley DH. Relation between bond strength and microleakage measured in the same Class I restoration. *Dent Mater* 1992;8:37-41.

Prati C. What is the clinical relevance of in vitro dentine permeability tests? *J Dent* 1994;22:83-88.

Prati C, Tao L, Simpson M, Pashley DH. Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. *J Dent* 1994;22:49-56.

Puapichartdumrong P, Ikeda H, Suda H Facilitation of iontophoretic drug delivery through intact and caries-affected dentine. *Int Endod J* 2003;36(10):674-81.

Puapichartdumrong P, Ikeda H, Suda H. Outward fluid flow reduces inward diffusion of bacterial lipopolysaccharide across intact and demineralised dentine. *Arch Oral Biol* 2005;50(8):707-713.

Rayner JA, Southam JC. Pulp changes in deciduous teeth associated with deep carious dentine. *J Dent* 1979;7:39-42.

Reeder Jr OW, Walton RE, Livingston MJ, Pashley DH. Dentin permeability: Determinants of hydraulic conductance. *J Dent Res* 1978;57(2):187-193.

Reeves R, Stanley HR. The relationship of bacterial penetration and pulpal pathosis in carious teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1966;22:59-65.

Richards A, Fejerskov O, Baelum V. Enamel fluoride in relation to severity of human dental fluorosis. *Adv Dent Res* 1989;3(2):147-153.

Riordan PJ. Fluoride supplements for young children: an analysis of the literature focusing on benefits and risks. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999;27:72-83.

Robinson C, Connell S, Kirkham J, Brookes SJ, Shore RC, Smith AM. The effect of fluoride on the developing tooth. *Caries Res* 2004;38(3):268-276.

Rodd HD, Boissonade FM. Immunocytochemical investigation of immune cells within human primary and permanent tooth pulp. *Int J Paediatr Dent* 2006; 16: 2-9.

Rolling I. Histomorphometric analysis of primary teeth during the process of resorption and shedding. *Scand J Dent Res* 1981; 89: 132-142.

Rozier RG. Epidemiologic indices for measuring the clinical manifestations of dental fluorosis: overview and critique. *Adv Dent Res* 1994;8(1):39-55.

Ruan JP, Wang ZL, Yang ZQ, Bardsen A, Astrom AN, Bjorvatn K. Dental fluorosis in primary teeth: a study in rural schoolchildren in Shaanxi Province, China. *Int J Pediatr Dent* 2005;15(6):412-419.

Rueggeberg FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure-review of the literature. *Dent Mater* 1991;7:2-10.

Sahara N, Okafuji N, Toyoki A, Ashizawa Y, Yagasaki H, Deguchi T, Suzuki K. A histological study of the exfoliation of human deciduous teeth. *J Dent Res* 1993;72:634-640.

Sari S, Aras S, Günhan O. The effect of physiological root resorption on the histological structure of primary tooth pulp. *J Clin Pediatr Dent* 1999a;23:221-225.

Sari S, Aras S, Günhan O. The effect of physiological root resorption on repair potential of primary tooth pulp. *J Clin Pediatr Dent* 1999b;23(3):227-233.

Sarnat H, Massler M. Microstructure of active and arrested dentinal caries. *J Dent Res* 1965;44(6):1389-1401.

Sasaki T, Shimizu T, Watanabe C, Hiyoshi Y. Cellular roles in physiological root resorption of deciduous teeth in the cat. *J Dent Res* 1990;69:67-74.

Sauro S, Mannocci F, Toledano M, Osorio R, Thompson I, Watson TF. Influence of the hydrostatic pulpal pressure on droplets formation in current etch-and-rinse and self-etch adhesives: A video rate/TSM microscopy and fluid filtration study. *Dent Mater* 2009;25:1392-1402.

Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol* 2000;45:355-361.

Sekimoto T, Derkson GD, Richardson AS. Effect of cutting instruments on permeability and morphology of the dentin surface. *Oper Dent* 1999; 24(3):130-6.

Senawongse P, Otsuki M, Tagami J, Mjör IA Morphological characterization and permeability of attrited human dentine. *Arch Oral Biol* 2008;53(1):14-19.

Shimizu C, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. Carious change of dentin observed on longspan ultrathin sections. *J Dent Res* 1981;60:1826-1831.

Shovelton DS. A study of deep carious dentine. *Int Dent J* 1968;18:392-405.

Simsek S, Durutürk L. A flow cytometric analysis of the biodefensive response of deciduous tooth pulp to carious stimuli during physiological root resorption. *Arch Oral Biol* 2005;50:461-468.

Singer L, Armstrong WD. Relation between the fluoride contents of rat calcified tissues. *J Dent Res* 1969;48(5):947-950.

Smith GE. Fluoride and fluoridation. *Soc Sci Med* 1988;26(4):451-462.

Southard TE, Southard KA. Noise in D- and E-speed radiographic film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1993;75(6):767-773.

Stanley HR, Pereira JC, Speigal E, Broom C, Schultz M. The detection and prevalence of reactive and physiologic sclerotic dentin, and dead tracts beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age. *J Oral Pathol* 1983;12:257-289.

Sturdevant JR, Lundeen TF, Studer TB. Clinical Significance of Dental Anatomy, Histology, Physiology and Occlusion. In: *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. TM Roberson, HO Heymann, EJ Swift, Eds. 4th. Ed., St. Louis: Mosby, 2002; Chapter 2, p.22-31.

Sullivan JE, Di Fiore PM, Heuer MA, Lautenschlager EP, Koerber A. Super-EBA as an endodontic apical plug. *J Endod* 1999;25:559-561.

Sumikawa DA, Marshall GW, Gee L, Marshall SJ. Microstructure of primary tooth dentin. *Pediatr Dent* 1999;21:439-44.

Swift EJ Jr. Bonding systems for restorative materials-a comprehensive review. *Pediatr Dent* 1998;20:80-84.

Tagami J, Tao L, Pashley DH. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dent Mater* 1990;6:45-50.

Tagami J, Hosoda H, Burrow MF, Nakajima M. Effect of aging and caries on dentin permeability. *Proc Finn Dent Soc* 1992;88(supp 1):149-154.

Ten Cate AR. *Oral Histology Development, Structure and Function*. 4th Edition, St. Louis: Mosby Year Book, 1994.

Terkla LG, Brown AC, Hainisch, AP, Mitchem JC. Testing sealing properties of restorative material against moist dentin. *J Dent Res* 1987;66:1758-1764.

Thylstrup A. Distribution of dental fluorosis in the primary dentition. *Commun Dent Oral Epidemiol* 1978;6(6):329-337.

Thylstrup A, Fejerskov O. Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histological changes. *Commun Dent Oral Epidemiol* 1978;6:315-328.

Torgersen S, Moe G, Jonsson R. Immunocompetent cells adjacent to stainless steel and titanium miniplates and screws. *Eur J Oral Sci* 1995;103(1):46-54.

Tosun G, Şener Y, Şengün A. Kompozit rezinin mineye bağlanma dayanımı üzerine farklı saklama solüsyonlarının etkisi. *HÜ Diş Hek Fak Derg* 2005;29: 2- 6.

Tosun G, Şener Y, Şengün A. Effect of storage duration/solution on microshear bond strength of composite to enamel. *Dent Mater J* 2007;26(1):116-121.

Tronstad L, Langeland K. Effect of attrition on subjacent dentin and pulp. *J Dent Res* 1971;50:17-30.

Tronstad L. Ultrastructural observations on human coronal dentin. *Scand J Dent Res* 1973;81:101-11.

Trowbridge HO. Pathogenesis of pulpitis resulting from dental caries. *J Endod* 1981;7:52-60.

Trowbridge HO. Histology of pulpal inflammation. In: *Seltzer and Bender's Dental Pulp*, Ed.: K.M. Hargreaves, H.E. Goodis. Eds. 4th Ed. Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc; 2002: p.232-235.

Tziafas D, Smith AJ, Lesot H. Designing new treatment strategies in vital pulp therapy. *J Dent* 2000;28:77-98.

Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. In: *Fundamentals of Operative Dentistry* Ed.: J.B. Summitt, JW Robbins, RS Schwartz, JD Santos. Chapter 8, 2001; p.178-235.

Vieira APGF, Hancock R, Limeback H, Maia R, Grynpas MD. Is fluoride concentration in dentin and enamel a good indicator of dental fluorosis? *J Dent Res* 2004;83(1):76- 80.

Vieira APGF, Hancock R, Dumitriu M, Limeback H, Grynpas MD. Fluoride's effect on human dentin ultrasound velocity (elastic modulus) and tubule size. *Eur J Oral Sci* 2006;114(1):83-88.

Vojinovic O, Nyborg H, Brännström M. Acid treatment of cavities under resin fillings: Bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. *J Dent Res* 1973;52:1189-1193.

Vongsavan N, Matthews B. The permeability of cat dentine in vivo and in vitro. *Arch Oral Biol* 1991;36:641-646.

Vongsavan N, Matthews B. Fluid flow through cat dentine in vivo. *Arch Oral Biol* 1992a;37:175-185.

Vongsavan N, Matthews B. Changes in pulpal blood flow and fluid flow through dentine produced by autonomic and sensory nerve stimulation in the cat. *Proc Finn Dent Soc* 1992b;88:491-497.

Vongsavan N, Matthews RW, Matthews B. The permeability of human dentine in vitro and in vivo. *Arch Oral Biol* 2000;45:931-935.

Waidyasekera PGK, Nikaido T, Weerasinghe DDS, Wettasinghe KA, Tagami J. Caries susceptibility of human fluorosed enamel and dentine. *J Dent* 2007;35(4):343-349.

Warren JJ, Kanellis MJ, Levy SM. Fluorosis of the primary dentition: What does it mean for permanent teeth? *J Am Dent Assoc* 1999;130(3):347-356.

Waterhouse PJ, Nunn JH, Whitworth JM, Soames JV. Primary molar pulp therapy-histological evaluation of failure. *Int J Paediatr Dent* 2000;10:313-321.

Weatherell JA, Hargraves JA. Effect of resorption on the fluoride content of human deciduous dentine. *Arch Oral Biol* 1966;11(8):749-756.

Wenzel A, Fejerskov O, Kidd E, Joyston-Bednal S, Groeneveld A. Depth of occlusal caries depth assessed clinically by conventional film radiographs and by digitized, processed radiographs. *Caries Res* 1990; 24: 327-333.

Whittaker DK, Kneale MJ. The dentin-predentine interface in human teeth: a scanning electron microscope study. *Br Dent J* 1979;146:43-46.

Williams VD, Svare CW. The effect of five-year storage prior to bonding on enamel/composite bond strength. *J Dent Res* 1985;64:151-154.

Wurtz T, Houari S, Mauro N, MacDougall M, Peters H, Berdal A. Fluoride at non-toxic dose affects odontoblast gene expression in vitro. *Toxicology* 2008;10;249(1):26-34.

Youngson CC, Jones JCG, Fox K, Smith IS, Wood DJ, Gale M. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *J Dent* 1999;27:223-233.

Ziskind D, Gleitman J, Rotstein I, Friedman, M. Evaluation of cetylpyridium chloride for infection control in storage solution. *J Oral Rehabil* 2003;30:477-481.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : K. Görkem ULU
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri : Ankara/Polatlı
Doğum Tarihi : 29.07.1981
Medeni Durum : Bekar
İç Adresi : SDÜ Diş Hekimliđi Fakóltesi Pedodonti A.D. Isparta
Telefon : 0 246 211 88 38 (Klinik),
0 505 764 63 72
Adres: : Süleyman Demirel Üniversitesi, Diş Hekimliđi Fakóltesi,
Pedodonti A.D. Doğu Kampüsü, Çünür/Isparta

ÖĞRENİM DURUMU

İlkokul : Atatürk İlköğretim Okulu (1987–1992), Ankara
Ortaokul- Lise : Polatlı Anadolu Lisesi (1992- 1999), Ankara
Lisans : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliđi Fakóltesi (1999–2004)
Doktora : Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
Pedodonti Anabilim Dalı 2005-2011, Isparta