

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇÜRÜĞE DUYARLI VE ÇÜRÜĞE DİRENÇLİ ÇOCUKLARDA SÜT DİŞİ MİNESİNİN KRİSTAL YAPI ÖZELLİKLERİ

Salih DOĞAN

PEDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Leyla DURUTÜRK

2008 – ANKARA

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇÜRÜĞE DUYARLI VE ÇÜRÜĞE DİRENÇLİ ÇOCUKLARDA SÜT DİŞİ MİNESİNİN KRİSTAL YAPI ÖZELLİKLERİ

Salih DOĞAN

PEDODONTİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Leyla DURUTÜRK

Bu tez A. Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Bilimsel Araştırma Projesi olarak 12/7/1996 tarih ve 24/98 sayılı yönetim kurulu kararı ile A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Müdürlüğü bütçesi ile desteklenmiştir

2008 – ANKARA

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Pedodonti Ana Bilim Dalı Doktora **Programı**

çerçevesinde yürütmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Doktora **Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 21 /07 /2008

Unvan, Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Jüri Başkanı

Unvan, Adı ve Soyadı
Üniversitesi
Raportör

Unvan, Adı ve Soyadı
Üniversitesi

Unvan, Adı ve Soyadı
Üniversitesi

Unvan, Adı ve Soyadı
Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
İçindekiler	iii
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
Şekiller	x
Çizelgeler	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çürük etiyolojisi	1
1.1.1. Ağız Florası	2
1.1.1.1. Dental Plak ve Mikroflora	2
1.1.1.2. Plak bakterileri	2
1.1.1.3. Plak ortamının patolojik özellik kazanmasına yol açan değişiklikler	4
1.1.2. Diyet	5
1.1.2.1. Lokal etkiler	6
1.1.2.2. Sistemik etkiler	8
1.1.3. Konak (Diş)	8
1.1.3.1. Minenin Yapısı	9
1.1.3.1.1. Minenin fiziksel (prizmatik) yapısı	9
1.1.3.1.2. Minenin kimyasal yapısı	10
1.1.3.1.2.1. İnorganik içerik	11
1.1.3.1.2.1.1. Kalsiyum ve Fosfor	12
1.1.3.1.2.1.2. Karbonat	13
1.1.3.1.2.1.3. Magnezyum	14
1.1.3.1.2.1.4. Diş minesindeki eser elementlerin dişin çürüğe duyarlılığı üzerindeki etkisi	14
1.1.3.1.2.2. Organik İçerik	14
1.1.3.1.2.2.1. Proteinler	14
1.1.3.1.2.2.2. Karbonhidrat	16

1.1.3.1.2.2.3. Yağlar	16
1.1.3.1.2.3. Su içeriği	17
1.1.3.2. Minenin kristal yapısı	17
1.1.3.2.1. Apatitlerin genel yapısı	17
1.1.3.2.2. Minenin kristal yapı özellikleri ve karbonat iyonunun bu kristal yapı	21
1.1.3.3. Minenin oluşumunda ve maturasyonunda kristal yapı ve karbonat iyonunun rolü	23
1.1.3.4. Karbonatın minenin çözünürlüğü üzerindeki rolü	24
1.1.3.5. Süt ve sürekli diş minesinin çözünme özellikleri	29
1.1.3.6. Araştırma yöntemleri	30
1.1.3.7. Minenin çözünürlüğü üzerinde karbonat iyonunun rolünün incelendiği çalışmalar	33
1.1.3.7.1. Sentetik apatitler kullanılarak yapılan çalışmalar	33
1.1.3.7.2. Biyolojik apatitlerin kullanıldığı çalışmalar	39
2. GEREÇ VE YÖNTEM	46
2.1. Denek Seçimi	46
2.2. İçme suyu flor düzeyinin belirlenmesi	46
2.3. Eğitim ve Kalibrasyon Çalışması	47
2.4. Çalışma Alanının Belirlenmesi ve Ağız İçi Muayene Koşulları	47
2.5. Çalışma Grubunun oluşturulması ve Diş Örneklerinin Elde Edilmesi	47
2.6. Mine Örneklerinin Hazırlanması ve Minenin Ayrıştırılması	48
2.7. Mine örneklerinin analizi	50
2.7.1. Fourier – transform infrared spektroskopisi (FT – IR) analizi	51
2.7.2. X – ray diffraction (XRD) analizi	52
2.8. İstatistik analizi	53
2.9. Araştırma İzni ve Etik Kurul Raporu	54
3. BULGULAR	55
3.1. Denek Grubunun Özellikleri	55
3.2. Ağız İçi Muayene Sonuçları	58

3.3. Çalışma Grubunun Özellikleri	59
3.4. Araştırmanın yapıldığı bölgenin içme suyu flor düzeyi	62
3.5. Mine analiz sonuçları	63
3.5.1. Fourier – Transform İnfrared Spektroskopi (FT – IR) Analizi Sonuçları	63
3.5.2. X–ray diffraction (XRD) analizi sonuçları	68
4. TARTIŞMA	75
5. SONUÇ	106
ÖZET	108
SUMMARY	110
KAYNAKLAR	112
EKLER	
Ek - 1 ANKET FORMU	136
Ek - 2 SOSYO-EKONOMİK DURUM DEĞERLENDİRME FORMU	140
ÖZGEÇMİŞ	142

ÖNSÖZ

Doktora eğitimin boyunca her konuda bilgi, fikir ve desteğini esirgemeyen, yetişmemde büyük emeği geçen çok değerli hocam ve tez yöneticim Prof. Dr. Leyla DURUTÜRK başta olmak üzere doktora programım süresince bana verdikleri eğitim ve ilgileri nedeniyle A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda görevli tüm değerli hocalarıma,

Sosyo – ekonomik durum anketinin hazırlanmasında değerli zamanını ayırarak büyük katkı sağlayan Prof. Dr. Hasan BACANLI'ya ve Kırıkkale ilinde yaptığımız taramalar sırasında bilgi ve desteğini esirgemeyerek tezime katkıda bulunan çok sevgili hocam ve dostum Doç. Dr. Türksel DÜLDERGİL'e,

Süt dişlerinin çekiminde Kırıkkale Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Hastalıkları Anabilim Dalı'nın imkânlarından faydalanmamıza izin veren ve bizzat çekimlerini yapan, eski asistanım ve çok değerli hocam Doç. Dr. Hakan Hıfzı TÜZ'e

Tezimin analizleri sırasında A.Ü. Kimya Mühendisliği Bölümü'nün imkânlarından faydalanmamızı sağlayan, analizlerde yardımcı olan ve bilgileri ile tezime destek olan, başta Prof. Dr. Ayla ÇALIMLI olmak üzere, Doç. Dr. Ali KARADUMAN ve Araş. Gör. Aylin GEÇER'e

Tez sonuçlarının istatistik analizlerine yoğun iş yükü içerisinde zaman ayıran Prof. Dr. İnci BATMAZ'a, FT – IR analizlerinin yorumlanmasında katkılarından dolayı ODTÜ Öğretim Görevlisi Prof. Dr. Teoman TİNÇER'e ve XRD analizlerinin yapılması ve yorumlanmasında benimle birlikte özveri ile çalışan Araş. Gör. Ercüment YÜZÜAK'a,

Tezim süresince her zaman yanımda olan çok sevgili dostlarım Doç. Dr. Kaan ORHAN, Yar. Doç. Dr. Buğra ÖZEN ve Dr. Dt. Işıl ORHAN'a,

Kırıkkale'de yaptığım ağız taramalarında ve tezimin yazımı sırasında her türlü yardım ve desteklerinden dolayı başta Zerhan KIZILELMA ÇELİKTEN olmak üzere çok sevgili tüm asistan arkadaşlarıma ve yardımlarından ötürü kürsü personeline,

Analizlerim için gerekli malzemelerin temininde yardımcı olan İLDAM CAM A.Ş.'ye,

Yaşamım ve çalışmalarım boyunca beni her konuda destekleyen canımdan çok sevdiğim aileme ve Yılmaz AKKAYA abime yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Salih DOĞAN

SİMGELER VE KISALTMALAR

Å	Angström
Å ³	Angström küp (hacim birimi)
Ca	Kalsiyum
cc	Santimetreküp
cm ⁻¹	FT – IR analiz spektrumundaki dalga frekans birimi
CO ₃ ⁻²	Karbonat iyonu
DMFT	Çürük, kayıp, dolgulu daimi diş sayısı
HAP	Hidroksiapatit
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
F	Flor
FHAP	Florhidroksiapatit
FT – IR	Fourier transform infrared spektroskopi
FWHM	Full width at half maximum height (XRD piki yarı genişliği)
IR	Infrared
KBr	Potasyum bromür
kV	Kilovolt
mA	Miliamper
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
mg	Miligram
O	Oksijen
OCP	Oktakalsiyum fosfat
OH ⁻	Hidroksil iyonu
P	Fosfor
pH	Asidite düzey ölçeği
PO ₄ ⁻³	Fosfat iyonu
ppm	Milyonda bir parçacık sayısı
rpm	Dakikadaki devir sayısı
Se	Selenyum
Sr	Stronsiyum

μm	Mikrometre
XRD	X – ray diffraction
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Zn	Çinko

ŞEKİLLER

Şekil 1.1.	Keyes diagramı	1
Şekil 1.2.	Mine prizmaları (şematik)	9
Şekil 1.3.	Mine prizmaları (mikroskop görüntüsü)	9
Şekil 1.4.	Mine prizmaları içerisinde mine kristallerinin dağılım şekli	10
Şekil 1.5.	Mine tuftları	15
Şekil 1.6.	Minede protein ve mineral yoğunluğunun dağılımı	16
Şekil 1.7.	Birim hücre a ve c eksenleri	19
Şekil 2.1.	Mine örneklerinin hazırlanması ve minenin ayrıştırılması	49
Şekil 2.2.	Ayrıştırma tüpleri	50
Şekil 2.3.	Karbonat iyon miktarının hesaplanmasında kullanılan FT – IR karbonat ve fosfat pikleri	51
Şekil 2.4.	Minenin XRD deseni ve XRD pikleri	52
Şekil 2.5.	002 ve 300 piklerinin FWHM’u	53
Şekil 2.6.	İyi kristalinite ve kötü kristaliniteyi gösteren XRD desenleri	53
Şekil 3.1.	Mine kristalinin Tip A karbonat iyonu miktarları (ortalama ağırlık %) (1. Yöntem)	66
Şekil 3.2.	Mine kristalinin Tip B karbonat iyonu miktarları (ortalama ağırlık %) (1. Yöntem)	66
Şekil 3.3.	Mine kristalinin toplam karbonat iyonu miktarları Tip A + Tip B (ortalama ağırlık %) (1. Yöntem)	67
Şekil 3.4.	Tip A / Tip B karbonat iyonu oranları (1. Yöntem)	68
Şekil 3.5.	Mine kristalinin toplam karbonat iyonu miktarları (ortalama ağırlık %) (2. Yöntem)	68
Şekil 3.6.	Birim hücre a - ekseni uzunluk ortalamaları (Å)	71
Şekil 3.7.	Birim hücre c - ekseni uzunluk ortalamaları (Å)	71
Şekil 3.8.	Birim hücre c/a uzunluk oranları	72
Şekil 3.9.	Kristal birim hücre hacim ortalamaları (Å ³)	72
Şekil 3.10.	c - ekseni doğrultusundaki kristalinite değeri ortalamaları	73
Şekil 3.11.	a - ekseni doğrultusundaki kristalinite değeri ortalamaları	74
Şekil 3.12.	c/a kristalinite değeri oranları	74

ÇİZELGELER

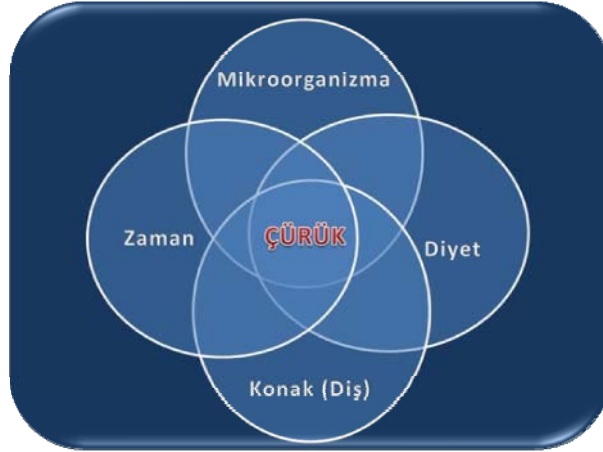
Çizelge 1.1.	Minenin inorganik yapısını oluşturan elementler	12
Çizelge 3.1.	Ebeveynlere ait anket formu sonuçları	56
Çizelge 3.2.	Çocuklara ait anket formu sonuçları	57
Çizelge 3.3.	Çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların ağız içi muayene sonuçları	59
Çizelge 3.4.	Çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların ebeveynlerine ait anket sonuçları	60
Çizelge 3.5.	Çürüğe duyarlı ve dirençli çocuklara ait anket sonuçları	61
Çizelge 3.6.	Çürüğe duyarlı çocuklara ait FT – IR analiz sonuçları	64
Çizelge 3.7.	Çürüğe dirençli çocuklara ait FT – IR analiz sonuçları	65
Çizelge 3.8.	Çürüğe duyarlı çocuklara ait XRD analiz sonuçları	69
Çizelge 3.9.	Çürüğe dirençli çocuklara ait XRD analiz sonuçları	70

1. GİRİŞ

Diş çürüğü, insanların büyük kısmını cinsiyet, yaş ve etnik köken gözetmeksizin etkileyen (Dowker ve ark., 1999; Wennhall ve ark., 2002; Hicks ve ark., 2004-a) enfeksiyöz bir hastalık olup; fermente olabilen karbonhidratların, karyojenik plak bakterileri tarafından metabolize edilmesi sonucu açığa çıkan organik asitlerin diş minerallerini çözmesi olarak tanımlanır (Seow, 1998). Dolayısıyla çürük lezyonunun, karyojenik bakterilerle konak savunma mekanizmaları arasında zamana bağlı olarak gelişen dinamik ve karmaşık bir etkileşim olduğu kabul edilir (Autio-Gold, 2005).

1.1. Çürük etiyolojisi

Çok faktörlü bir hastalık olan diş çürüğü üç ana faktörün birbiri ile etkileşimi sonucu oluşur. Bu faktörler; konak (diş), mikro flora ve diyetdir (Newbrun, 1989; Messer, 2000; Bratthall ve Petersson, 2005). Ancak, çürüğün oluşmasında zaman faktörünün de önemi olduğuna dikkat çekilmektedir (Şekil 1.1.) (Newbrun, 1989). Buna göre; çürüğün oluşabilmesi için duyarlı bir konak ile karyojenik bir ağız florası ve karyojenik gıdaların yeterli süre bir arada bulunması gerektiği düşüncesi genel olarak kabul edilmiştir (Newbrun, 1989).



Şekil 1.1. Keyes diagramı (Newbrun,1989)

1.1.1. Ağız Florası

1.1.1.1. Dental Plak ve Mikroflora

İnsanların ağız boşluğunda, karmaşık ve her bireyin kendine özgü bir bakteri florası bulunur. Ağız boşluğu içindeki dişlerin oklüzal yüzeyleri hatta oklüzal yüzeylerinin belli kısımları ile yumuşak dokulardaki gingival cep ve periodontal cepler bu bakterilerin üzerinde kolonize olarak yaşamlarını sürdürdükleri mikro yaşam alanlarıdır (Thylstrup ve Fejerskov, 1994).

Diş çürüğünde rol oynayan mikroorganizmalar ise diş yüzeyini kaplayan ve dental plak adı verilen karmaşık bir biyofilm tabakası içinde bulunurlar. Çevresel koşullara bağlı olarak karyojenik bakteriler tarafından oluşturulan dental plağın diş yüzeyinin bütünlüğünü bozduğu dolayısı ile çürük gelişimini doğrudan etkilediği kabul edilir (Thylstrup ve Fejerskov, 1994; Marsh, 1999).

1.1.1.2. Plak bakterileri

Ağız boşluğunda, belli koşullar altında diş yüzeyinde demineralizasyona neden olan ve çürük lezyonlarını ilerleten iki ana bakteri grubu bulunur. Birincisi, çürükle doğrudan ilişkili olan majör patojenler olup ikincisi ise bunların yanında bulunan diğer bakterilerdir (Thylstrup ve Fejerskov, 1994). Ancak, diş çürüğüne neden olan belli bir mikroorganizma türü olup olmadığı konusunda araştırmacılar arasında farklı görüşler vardır. Bir kısım araştırmacı belli bir mikroorganizma türünü diş çürüğünden sorumlu tutarken bir kısım araştırmacı da çürüğün bir mikroorganizma türünden ziyade plak içerisinde asit üretebilen diğer mikroorganizmaların da katılımıyla ortak bir aktivitenin ürünü olduğunu savunmaktadırlar (Hunter, 1988).

Çürük oluşturan bakteriler içinde en önemlisi streptokoklardır. Bu grup birçok türü barındırsa da insanlarda çürükle en yakın ilişkisi olan streptokok mutans ve streptokok sobrinuslardır (Thylstrup ve Fejerskov, 1994; Tanzer ve ark., 2001). İnsanda, streptokok mutansların başlangıç halindeki çürük lezyonlarında büyük oranda bulundukları oysa sağlam diş bölgelerinde ya az sayıda oldukları ya da hiç bulunmadıkları görülmektedir. Diş çürüğü prevelansının yüksek olduğu bireylerde ise hem daha çok sayıda diş yüzeyinin streptokok mutanslar ile enfekte olduğu hem de plak ve tükürük streptokok mutans konsantrasyonunun daha fazla olduğu

belirtilerek çürük diş sayısındaki artışla streptokok mutans sayısı arasındaki ilişkiye dikkat çekilmiştir (Hunter, 1988). Buna göre, ekstrasellüler polisakkarit üretimi, asidojenite (asit üretme kabiliyeti), asidürite (asit içerisinde yaşama kabiliyeti) ve intrasellüler polisakkarit üretimi gibi biyokimyasal özellikleri nedeniyle streptokok mutansların çürük gelişiminde başlıca rolü üstlendikleri (Krasse, 1988; Balakrishnan ve ark., 2000; Anderson, 2001) ve streptokok mutansların, özellikle okul öncesi dönemdeki çocuklarda geleceğe yönelik çürük tahmin aracı ve çürük aktivitesinin göstergesi olarak kullanıldığı görülmektedir (Shi ve ark., 2003).

Ancak streptokok mutansların insanda diş çürüğüne neden olduğuna ilişkin önemli kanıtlar sağlanmış olsa da bunun kesin olmadığına dikkat çekilmektedir (Newbrun, 1989). Nitekim, araştırmacılar çürük belirtisi olmadan da dental plakta streptokok mutans bulunabildiğini ya da streptokok mutans bulunmamasına rağmen çürük görülebildiğini dolayısı ile streptokok mutansın diagnostik değerinin göreceli olduğunu ve bu bakterilerin varlığının çürük oluşumu için yeterli olmadığını ileri sürmektedirler (Krasse, 1988; Grindejford ve ark., 1995; Messer, 2000).

Diş çürüğü ile ilişkisi olan bakterileri tanımlamak için yapılan çalışmalarda streptokok mutansların yanı sıra laktobasillusların da çürük riskinin güçlü bir göstergesi olduğu belirtilmiş (Leverett ve ark., 1993; Ramos-gomez ve ark., 2002), ancak günümüzde bu mikroorganizmaların çürüğün başlamasından ziyade ilerlemesinde rol oynadığı anlaşılmıştır (Thylstrup ve Fejerskov, 1994; Balakrishnan ve ark., 2000).

Diş çürüğünün belli bir mikroorganizmadan ziyade bir takım organizmalar tarafından oluşturulan özel bir ekosistemin aktivitesi sonucu ortaya çıktığını dolayısı ile çürük gelişen bir ekosistemde her zaman streptokok mutans ve laktobasillus bulunmayabileceğini belirten araştırmacılar ise çürük oluşumuna neden olan mikroorganizmanın o ortamın koşulları içinde bulunan mikroorganizma tipleri arasından belirlenmesi gerektiğini savunmaktadırlar (Hunter, 1988; Newbrun, 1989; Hirasawa ve Takada, 2003). Nitekim diş çürüğü ile ilişkisi olan bakterileri tanımlamak için yapılan çalışmalar, streptokok mutans ve laktobasillusun yanı sıra actinomyces türlerinin de kariojenik mikrofloranın göstergesi olduğuna ve mikrobiyal profile göre çürük aktif bireylerin belirlenmesinin mümkün olabileceğine

dikkat çekmektedirler (Ramos-gomez ve ark., 2002; Tang ve ark., 2003; Tang ve ark., 2004; Corby ve ark., 2005).

Bunun yanı sıra; dental plağın mikroflora kompozisyonunun diş yüzeyleri arasında da farklılık gösterdiği, fissürlerdeki mikrofloranın nispeten daha basit olduğu ve çoğunlukla gram pozitif bakterilerden (streptokoklar) oluştuğu buna karşılık aproksimal plaktaki mikrofloranın ise yarısından fazlasını streptokok ve actinomyceslerin oluşturduğu gözlenmiştir (Marsh, 1999).

Ancak, bakteriyolojik kriterlerin bir bireyin çürük aktivitesini tek başına tahmin etmekte başarılı olmadığını belirten araştırmacılar; diyetteki şükroz içeriği, beslenme ve fırçalama alışkanlıkları, dişin ve plağın flor içeriği, tükürükteki bazı immün mekanizmalar, genetik faktörler ve streptokok mutansın kalıtsal karakteristiklerinin de göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmektedirler (Loesche ve ark., 1975; Newman, 1986; Vandas, 1986; Leverett ve ark., 1993; Litt ve ark., 1995; Mattos Graner ve ark., 2000; Milgrom ve ark., 2000).

1.1.1.3. Plak ortamının patolojik özellik kazanmasına yol açan değişiklikler

Ağız boşluğunda yaşamlarını sürdüren bakterilerin gelişimi yaşam alanlarındaki değişikliklere, lokal beslenme koşullarına, tükürükteki antibakteriyel ajanlara, konağın immün sistem elemanlarına ve dış etkenlere (diyet, oral hijyen ve flor) bağlıdır. Diş üzerindeki mikro yaşam alanları ise, tükürük ve tükürük bileşenlerinin oluşturduğu pelikula bağlı olarak değişime uğrar. Dolayısı ile ağız florasında gözlenen değişimin bireyin çürük riskini oluşturduğu, diş üzerindeki mikro yaşam alanlarında meydana gelen değişimin ise o yüzeyin çürük riskini oluşturduğu söylenebilir (Thylstrup ve Fejerskov, 1994).

Dental plak; yiyecek ve içecekler, hormonal değişiklikler, oral hijyen gibi çevresel minör değişikliklerin etkisi altında kalsa da düzenleyici mekanizmaların devreye girmesiyle bu değişiklikler dengelenebilir ve plak mikroflorasının kompozisyonu uzun süre sabit kalabilir. Buna mikrobiyal homeostazis denir. Bu denge durumu, konak savunmasının yetersizliğine ya da lokal çevresel koşullardaki değişikliklere bağlı olarak bozulduğu takdirde ortam çürük gelişimi için uygun hale gelir (Marsh, 1999). Oral flora ile ağız içi dokular arasındaki dengenin sağlıklı bir

şekilde sürdürülmesi ve oral floranın kontrol edilmesinde tükürüğün önemli rolü olduğu bilinmektedir (Hunter, 1988; Thylstrup ve Fejerskov, 1994). Nitekim, sekresyonun yavaşlaması tükürüğün yıkayıcı ve kayganlaştırıcı etkisini azaltarak besinlerin ağız ortamında uzun süre kalmasına neden olmaktadır. Bu şekilde gıdaların diş yüzeyinde birikimi ve tükürüğün tamponlayıcı etkisinin azalması plak pH'sının gittikçe düşmesine ve streptokok mutans gibi asidürik bakteriler için uygun bir ortam oluşmasına yol açar. Bu durum demineralizasyon riskini arttırır. Tükürük akışındaki azalma aynı zamanda spesifik ve spesifik olmayan immün faktörlerde de azalmaya neden olur. Ancak; tükürüğün temizleyici ve tamponlayıcı etkisindeki azalmayla birlikte antibakteriyel faktörlerdeki azalmanın çürük artışı üzerinde etkisi olup olmadığı bilinmemektedir (Thylstrup ve Fejerskov, 1994).

1.1.2. Diyet

Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde, rafine edilmiş karbonhidrat kullanımının artmasından sonra doğal besinlerin yerini giderek işlenmiş gıdaların almaya başladığı ve kompleks karbonhidratların da protein, doymuş yağ asidi ve rafine karbonhidratlarla yer değiştirdiği gözlemlendiğinden diş çürüğünden etkilenmiş birey sayısında büyük bir artış olduğu görülmektedir (Thylstrup ve Fejerskov, 1994; Hicks ve ark., 2003).

Bireyin her gün aldığı yiyecek ve içeceklerin bir bütünü olan diyet, mine yüzeyini etkilediği ve mikroorganizmalar tarafından substrat olarak kullanıldığı için çürük oluşumu açısından lokal etiyolojik faktör olarak kabul edilmektedir. Nitekim, streptokok mutans düzeyi yüksek olduğu halde bazı çocuklarda çürük bulunmadığı gözlenerek bu bakterilerin tek başına çürük için yeterli olmadığı ve streptokok mutansların ancak sükroz varlığında diş yüzeylerinde kolonize olabildikleri (Mattos Graner ve ark., 2000), dolayısı ile karyojenik diyetin diş çürüğü oluşumunda önemi rol oynadığı belirtilmiştir (Newman, 1986; Litt ve ark., 1995; Milgrom ve ark., 2000).

Alınan gıdaların yıkımı ve metabolize edilmesi olarak tanımlanan beslenmenin çürük oluşumu üzerindeki etkisi ise sistemik olarak diş gelişimi esnasında kendini gösterir (Newbrun, 1989).

Diyetin; plak metabolizması ve özellikle de asit üretimi üzerindeki lokal etkisi, diş gelişimi ve tükürük komponentleri üzerindeki sistemik etkisine göre çok daha önemli olsa da, diyet ve diş çürüğü arasındaki ilişkinin tam olarak anlaşılabilmesi için hem lokal hem de sistemik etkinin ayrı ayrı yorumlanması gerekir (Thylstrup ve Fejerskov, 1986).

1.1.2.1. Lokal etkiler

Diyet, plak matriksinin fiziksel yapısını ve kompozisyonunu değiştiren en önemli faktörlerden biridir (Hunter, 1988; Thylstrup ve Fejerskov, 1994). Nitekim; diyetteki karbonhidratların diş yüzeyleri üzerinde lokal olarak kariojenik etki gösterdiği ve çürük oluşumunu kolaylaştırdığı kesin olarak gösterilmiştir. Buna göre, aynı dentisyondaki dişler arasında çürük insidansının farklı olmasını da gıda tutulumu bakımından dişler arasında fark bulunmasına bağlamak mümkündür (Thylstrup ve Fejerskov, 1986).

Diyet içerisindeki düşük molekül ağırlıklı karbonhidratlar (sükroz, glikoz, fruktoz ve laktoz) plak bakterilerinin çoğu tarafından doğrudan metabolize edilebilmekte, polisakkaritler (nişasta) ise tükürük ve bakteriler tarafından sentezlenen amilaz yardımıyla maltoza parçalandıktan sonra kullanılabilir (Thylstrup ve Fejerskov, 1986). Karbonhidratların bakteriler tarafından fermente edilmesi, plak ve çürük lezyonu içerisinde çoğunluğu laktik asit olmak üzere organik asit konsantrasyonunda artış meydana getirmektedir. Plak bakterilerinin ihtiyacı olan karbonhidrat alımı devam ettiği sürece de asit üretimi devam edeceğinden plak pH'sının giderek düştüğü (Thylstrup ve Fejerskov, 1994) ve plaktaki ekolojik dengenin bozularak dental plağın belli bölgelerindeki odontopatojenlerin baskın hale geçtiği görülmektedir (Hunter, 1988; Thylstrup ve Fejerskov, 1994; Hicks ve ark., 2003). Böylece; karbonhidrat alımına bağlı olarak hidrojen iyon konsantrasyonunda meydana gelen bu artış plak pH'sında düşmeye neden olarak diş minesinde demineralizasyona yol açmaktadır (Thylstrup ve Fejerskov, 1986). Çürük başlangıcı için kritik olan pH değeri 5,5'dir (Axelsson, 2000). Karbonhidrat alımının olmadığı dinlenme periyotlarında ise plak pH'sının nötralize olduğu ve diş yüzeyinde remineralizasyonun sağlandığı görülmektedir. Ancak, bu olaylar arasındaki denge; besinlerin koruyucu veya çürük yavaşlatıcı içeriği, besin alım şekli, plak miktarı ve

yapısı, tükürük miktarı ve kompozisyonu, diş yüzeyinin çürüğe karşı duyarlılığı ve ortamdaki flor konsantrasyonu gibi birçok faktörle kontrol altında tutulmaktadır. Eğer asit atakları remineralizasyon periyoduna göre daha sık tekrarlanır ve uzun süre devam ederse plak içinde diğer asidürik ve asidojenik bakteriler için de uygun koşullar oluşacağından dişte çürük lezyonu geliştiği görülür (Thylstrup ve Fejerskov, 1986).

Plak bakterileri tarafından asite fermente edilebilen şekerler, diş üzerindeki mikroorganizmaların kolonizasyonunu kolaylaştırarak mikrobiyal plağın kalınlığını, kalitesini dolayısı ile kariojenitesini de etkileyebilmektedir (Axelsson, 2000). Nitekim; streptokok mutansların sukrozu metabolize ederek sentez ettikleri çözünmez extraselüler glukanların, dişlerin düz yüzeyi üstünde yapışkan yapıda bir plak oluşturduğu görülür. Extraselüler polisakkarit yapımının devam etmesi ise plak kalınlığının artmasına neden olarak hem tükürük kaynaklı koruyucu proteinlerin, enzimlerin, tamponların, kalsiyum, fosfat ve flor gibi iyonların dişe ulaşmasını engellemekte hem de asidik ürünlerin ve çürük oluşumunu kolaylaştırıcı elemanların plağı terk edip diş yüzeyinden uzaklaşma süresini geciktirerek asitlerin diş yüzeyi üzerindeki etkiye süresini uzatmaktadır (Hicks ve ark., 2003). Streptokok mutansların endojen mekanizmalarla ürettikleri intraselüler polisakkaritler de, mikroorganizmanın virulansını arttırmakta ve asit oluşumu sonucu plak florası ile konak dokuları arasındaki dengenin demineralizasyon yönünde bozularak çürük oluşumunun kolaylaşmasına neden olmaktadır (Thylstrup ve Fejerskov, 1994).

Ancak, çürük oluşumunda genellikle tüketilen besinlerden ziyade alınan şekerin şekli ve tüketim sıklığının rolü olduğu kabul edilmektedir. Zira, şekerin şekli ve alım sıklığı şekerin dişler üzerindeki kalma süresini etkilemektedir (Sreebny, 1982). Nitekim; diş çürüğü ile diyetel alışkanlıklar arasındaki ilişkiyi incelemek üzere yapılan çalışmaların sonuçlarına göre şeker içeren besinlerin diş üzerinde uzun süre kalmasının diş çürüğünü kolaylaştırdığı ve şeker alımındaki artış ya da azalmayla birlikte çürük prevalansında değişiklik olduğu gösterilmesine rağmen, toplam şeker tüketimi, tüketim sıklığı ve alınan besinlerin şekli ile çürük arasındaki ilişkiye ait verilerin eksik olması, günlük şeker alımı hakkındaki bilgilerin güvenilir olmaması gibi nedenlerle diş çürüğü ile şeker arasındaki ilişki tam olarak kurulamamıştır (Sreebny, 1982).

1.1.2.2. Sistemik etkiler

Diş gelişimi, oluşan organik matriksin maturasyonu ve mineralizasyonundan ibarettir. Bu dönemde ortaya çıkan beslenme bozukluklarının diş yapısını bozabildiği ya da dişin pozisyon ve formunu etkilediği hatta sürmeyi de geciktirebildiği gösterilmiş olmasına karşılık (Wilkinson, 1959; Thylstrup ve Fejerskov, 1994), beslenme durumu ile diş çürüğü arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Thylstrup ve Fejerskov, 1986; Thylstrup ve Fejerskov, 1994). Ancak dişlerin gelişim döneminde, fosfat içeriği düşük bir beslenme tarzının çürük duyarlılığını arttırdığı gözlenmiştir. Etki mekanizması tam olarak anlaşılamamakla birlikte, fosfatın çürük asitlerini nötralize ederek diş minerallerinin bakteriler tarafından çözünmesine engel olduğu düşünülmektedir (Sobel, 1960).

Beslenme tükürük kompozisyonunu etkilemekle birlikte, farklı diyet uygulamalarından sonra tükürüğün tamponlama kapasitesi ve elektrot konsantrasyonunda gözlenen değişikliklerin de diş çürüğü açısından çok önemli olmadığı gözlenmiştir (Dawes, 1970; Thylstrup ve Fejerskov, 1986). Ancak; beslenme eksikliğinin görüldüğü dönemlerde, antimikrobiyal tükürük proteinlerinin ve tükürük sekresyon oranının bozulmasına bağlı olarak plak oluşumunda artış olabileceği belirtilmiştir (Thylstrup ve Fejerskov, 1994).

1.1.3. Konak (Diş)

Diş çürüğü oluşumunu etkileyen üçüncü bileşen ise diş (veya konak)'dır. Klinik gözlemler, oral hijyeni kötü olan ve sık şeker tüketen her bireyde diş çürüğü görülmediğini; laboratuvar çalışmaları ise aynı asit tamponun uygulandığı dişlerde oluşturulan çürük lezyonlarının her dişte farklı boyutta ve farklı düzeyde geliştiğini ortaya koymuştur (Thylstrup ve Fejerskov, 1994). Diş yüzeyleri üzerindeki mikrobiyal birikimin de çürük nedeni olarak gerekli ama tek başına yeterli olmadığı gösterilmesi (Thylstrup ve Fejerskov, 1994), dişlerin çürüğe karşı dirençlerinin farklı olabileceği düşüncesinin ağırlık kazanmasına neden olmuştur (Thylstrup ve Fejerskov, 1986).

Buna göre; çürük ile diş yapısı arasındaki ilişkinin anlaşılabilmesi için öncelikle minenin yapısının anlaşılması gerektiği görülmektedir.

1.1.3.1. Minenin Yapısı

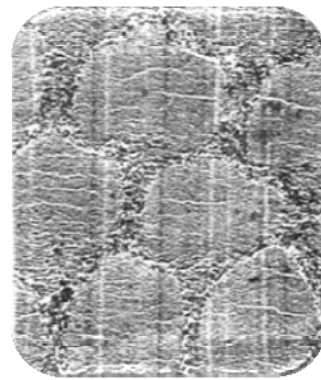
1.1.3.1.1. Minenin fiziksel (prizmatik) yapısı

Mine; mine–dentin sınırından başlayıp mine dış yüzeyinde sonlanan mine prizmaları ile prizma kınları ve prizmalar arası organik matriksten (interprizmatik ara madde) oluşur. Sayı olarak en az alt keserlerde (5 milyon), en fazla üst keserlerde (12 milyon) bulunurlar. Normalde şeffaf bir kristal görünümünde olan mine prizmalarının ışık mikroskobunda genellikle altıgen şeklinde oldukları görülür. Mine – dentin sınırından itibaren kesici kenarda veya tüberkül tepesinde hemen hemen vertikal bir hale gelene kadar dalgalı ve oblik bir seyir yaparak uzanırlar. Bu nedenle boyları mine kalınlığından daha fazladır. Ancak, süt dişlerinde servikal bölgede apikale doğru yönelirler. Çapları, süt dişlerinde 4-7 mikrometre, sürekli dişlerde ise 6-8 mikrometre olup mine – dentin sınırından mine yüzeyine doğru ilerledikçe genişliklerinin yaklaşık 1/2 oranında arttığı görülür (Cole ve Eastoe, 1988; Scott, 1999; Hicks ve ark., 2004-a).

Mine prizmaları, prizma kını ile interprizmatik ara maddeden ayrılır ve şekilleri genellikle anahtar deliğine benzer (Şekil 1.2., 1.3.). Organik yapıda olduğu gözlenen prizmalar arası matriks ise minenin geçirgenliğini belirler (Scott,1999).



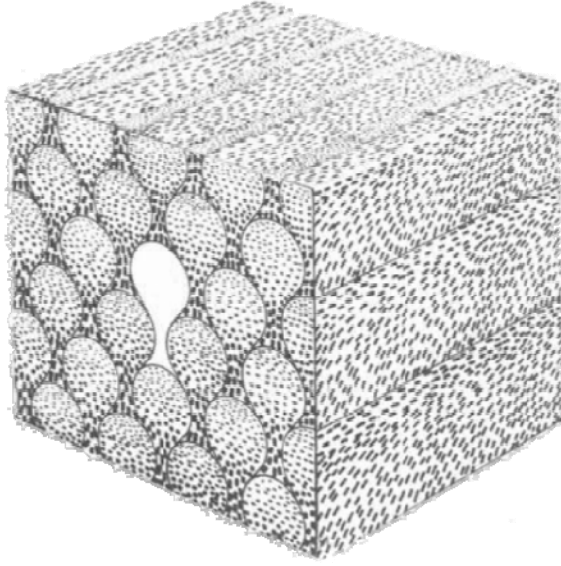
Şekil 1.2. Mine prizmaları (şematik)(Shellis,1984)



Şekil 1.3. Mine prizmaları (Scott,1999)

Apatit kristalleri hemen hemen prizmanın uzun aksına paralel olarak dizilmiştir. Elektron mikroskobu çalışmaları; kristallerin, prizmaların gövde veya kafa kısımlarında uzun eksene hemen hemen paralel uzanırken, kuyruk kısmında

yaklaşık 65 derecelik bir açı ile bu eksenenden saparak yelpaze gibi açıldığını göstermiştir (Şekil 1.4.). Ortalama olarak 300 Å genişliğinde ve 900 Å uzunluğunda olup her apatit kristalinin etrafını organik matriksten oluşan ince bir kın çevreler (Scott, 1999).



Şekil 1.4. Mine prizmaları içerisinde mine kristallerinin dağılım şekli (Scott, 1999)

Prizmaların Yönü: Prizmalar genellikle dentin yüzeyi ile dik açı yapacak şekilde konumlanmıştır. Nitekim; süt dişi kuronlarının orta ve servikal üçlüsünde prizmaların horizontal olarak seyrettikleri görülür. İnsizal ya da oklüzale doğru oblik bir doğrultuda ilerlerler, insizal kenar ve tüberkül tepelerinde ise hemen hemen vertikal duruma gelirler. Daimi dişlerde prizmaların doğrultusu kronun oklüzal 2/3 ünde süt dişindeki gibidir ancak servikal üçlüde prizmaların apikale yönlendiği görülür. Ancak, prizmalar dentinden mine yüzeyine doğru düz bir doğrultuda değil, dalgalı bir yol çizerek ilerler (Scott, 1999).

1.1.3.1.2. Minenin kimyasal yapısı

İnsan diş minesi; hidroksiapatit (%92-94), su (%2-3), karbonat iyonu (%2), eser elementler (%1 sodyum, potasyum, çinko, magnezyum, klorit), flor iyonu (%0,01–0,05) ve proteinler ile lipitlerden (<%1) oluşan mineralize bir dokudur (Hicks ve ark., 2004-a).

Hacimsel olarak ise, minenin yaklaşık %87,1'i inorganik faz, %11,5'i su ve %1,4'ü organik maddedir (Jansen Van Rensburg, 1995).

1.1.3.1.2.1. İnorganik içerik

Diş minesinin inorganik yapısının ana unsuru hidroksiapatit kristalidir (HAP). HAP kristali esas olarak kalsiyum, fosfat ve hidroksil iyonlarından oluşmakla birlikte saf halde olmadığı ve minenin gelişimi sırasında başta karbonat iyonu olmak üzere kristal yapıya katılan çok küçük miktarlarda birçok inorganik element de içerdiği görülmektedir (Shashikiran ve ark., 2007). Bunlar eser element olarak tanımlanırlar ve diş gelişimde rol oynayan oral epitel ve mezenşimel hücrelerde depolanarak mineralizasyon sırasında apatit ağı içerisine girerler. Bu nedenle dişin eser element yapısı, dişin gelişim döneminde içinde bulunduğu biyolojik ortamla sürme sonrası içinde bulunduğu oral çevrenin bir yansıması olarak kabul edilir (Sarkar, 1997). Yapılan çalışmalar diş minesinde 18 eser elementin varlığını ortaya koymuştur. Bunların bir kısmı minenin çürüğe direncini arttırırken diğerleri mineyi çürüğe duyarlı hale getirmektedir. Zira, apatit yapı için “yabancı cisim” olarak kabul edilen eser elementler, kristal yapının asitler karşısındaki stabilitesini değiştirerek minenin çözünürlüğünü etkilemektedirler (Besic ve ark., 1975).

Minenin kimyasal kompozisyonu aynı ağız içerisindeki farklı dişler arasında hatta aynı dişte minenin yüzeyel ve derin tabakaları arasında dahi farklılık gösterdiğinden minenin inorganik yapısını oluşturan elementler çizelge 1.1.'de minimum ve maksimum değerleri ile gösterilmiştir (Eugene, 1976).

Çizelge 1.1. Minenin inorganik yapısını oluşturan elementler (Eugene,1976)

İyon	Analiz
	ağırlık %
Ca	33,6 – 39,4
P	16,1 – 18,0
CO ₃	1,95 – 3,66
Na	0,25 – 0,90
Mg	0,25 – 0,56
Cl	0,19 – 0,30
K	0,05 – 0,30
	ppm
F	50
	5000 (mine yüzeyinde)
Fe	8 – 218
Zn	152 – 227
Sr	50 – 400
Cu	10 – 100
Mn	0 – 18
Ag	0 - 100

1.1.3.1.2.1.1. Kalsiyum ve Fosfor

Minenin mineral içeriği ve yoğunluğunun mine yüzeyinden, mine - dentin sınırına doğru giderek azaldığı gösterilmiştir. Bununla uyumlu olarak, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonunun da iç kısımlara doğru gittikçe azaldığı görülür. Kalsiyumun; yüzeyde mine ağırlığının ortalama %37,8'ini, iç kısımlarda ise %34,5'ini oluşturduğu, fosfor oranının ise aynı bölgelerde %18,0 ile %15,0 olduğu belirtilmektedir. Bu değişkenliklere karşın Ca/P oranının nispeten sabit kaldığı ancak bu oranın minenin yüzeyel kısımlarında daha düşük olduğu görülmektedir. Fosfat iyonu ile yer değiştirebilen karbonat iyonlarının ise minenin derin tabakalarında daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, bu bölgede fosfor oranının azalmasına neden olarak Ca/P oranını yükselmesine yol açmaktadır (Eugene, 1976; Williams ve Elliott, 1979). Ca/P oranının, gençlerde yaşlılara göre daha fazla olduğu gözlenmiştir (Eugene, 1976).

Yapılan çalışmalar, sağlam minedeki Ca, P miktarı ile Ca/P oranının çürük mineye oranla daha fazla olduğunu göstermiştir (Eugene, 1976).

Mine ve dentinin Ca/P oranının 1,72 ile 2,05 arasında değiştiği görülmektedir. Bu farkın, apatitin kristal yapısı içerisinde bulunan kalsiyum ve fosfat iyonlarının

magnezyum ve karbonat iyonları ile yer değiştirmesinden kaynaklandığı düşünölmektedir (Eugene, 1976).

Mine prizmalarının elektron probe analizlerine göre de, Ca/P oranının prizma gövdesinde $2,07 \pm 0.006$ prizma kınında ise $2,16 \pm 0.07$ olduğu görölmüşür (Eugene, 1976).

1.1.3.1.2.1.2. Karbonat

Diş minesinin yapısındaki HAP kristalinin saf olmadığı, % 2–3 oranında karbonat iyonu içeren karbonat apatit şeklinde olduğu görölmektedir. Bir kısım araştırmacı; minedeki karbonat iyonlarının, HAP kristallerinin yüzeyine yapışmış non-kristalize faz halinde bulunduğunu dolayısı ile kristal yapının incelemesinde kullanılan x–ray diffraction analizi ile belirlenemediğini belirtmektedirler. Ancak; yapılan son araştırmalar, karbonat iyonlarının apatit kafesi içinde bileşik halinde bulunduğunu göstermiştir. Nitekim; kimyasal analizlerde, kristal yapı içinde karbonat iyon miktarının artmasına karşılık fosfat iyonunda azalma meydana geldiğı gözlenerek, karbonat iyonunun fosfat iyonu ile yer değiştirdiğı sonucuna varılmıştır. İnfrared absorbsiyon analizlerinde ise, karbonat iyonlarının kristal ağ içerisindeki hidroksil iyonu ile de yer değiştirebildiğı gözlenerek karbonat iyonlarının amorf bir faz halinde olamayacağı konusunda görüş birliğı oluşmuştur. Ancak, karbonat iyonlarının kristal yapı içindeki lokalizasyonu hala tartışmalıdır (Eugene, 1976).

Yapılan çalışmalar karbonat iyon miktarının mine yüzeyinden mine-dentin sınırına doğru giderek arttığını göstermiştir. Ancak, mine yüzeyindeki karbonat iyonu konsantrasyonunun yaşın ilerlemesiyle birlikte azaldığı iç kısımlarda ise bir değişiklik gözlenmediğı ifade edilmektedir. Bunun, mine formasyonunun bitimine doğru ameloblastik aktivitedeki azalmadan kaynaklandığı düşünölmektedir. Karbonat iyonunun yüksek konsantrasyonda olmasının ise minenin asitlere karşı çözünürlüğünü kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Eugene, 1976).

1.1.3.1.2.1.3. Magnezyum

Gerçek bir eser element olmayıp potasyum gibi ana intrasellüler katyonlardan biridir (Tietz, 1987). Sağlam minede, mine yüzeyinden mine-dentin sınırına doğru konsantrasyonunun arttığı ve bu artışın dentin dokusu içinde de devam ettiği gösterilmiştir. Çürük minede karbonat ve magnezyum konsantrasyonunun düşük olması demineralizasyon esnasında bu maddelerin öncelikle çözünmüş olmasına bağlanmıştır (Eugene, 1976).

1.1.3.1.2.1.4. Diş minesindeki eser elementlerin dişin çürüğe duyarlılığı üzerindeki etkisi

Su, toprak ve besin maddeleri ile annenin kanına karışan eser elementler, intra-uterin dönemde oral epitelyum ve mezenşim hücrelerinde depolanarak mineralizasyon sürecinde apatit yapıya katılırlar. Bu nedenle; dişin eser element kompozisyonunun, dişin gelişim sürecinde içinde bulunduğu biyolojik ortam ile sürdükten sonraki oral çevrenin yansıması olduğu kabul edilir (Sarkar, 1997).

Eser elementler dişin çözünürlüğünü, apatit kristallerinin kristalinitesini dolayısı ile minenin özelliklerini değiştirerek dişin çürüğe karşı duyarlılığını etkilerler (Eugene, 1976; Shashikiran ve ark., 2007). Eser element konsantrasyonunun genellikle mine yüzeyinde daha fazla olduğu ve mine dentin sınırına doğru giderek azaldığı görülür. Yapılan çalışmalar, sağlam sürekli diş minesindeki flor, stronsiyum, potasyum, alüminyum ve demir konsantrasyonlarının çürük dişlerdekinden yüksek olduğunu göstermiştir. Sağlam süt dişi minesinde ise flor, potasyum ve silisyum konsantrasyonlarının çürük süt dişi minesine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Shashikiran ve ark., 2007).

1.1.3.1.2.2. Organik İçerik

1.1.3.1.2.2.1. Proteinler

Olgun minenin protein içeriği genç mineye göre oldukça az olup ağırlığın % 0,05-0,1'ini oluşturur. Maturasyon ve mineralizasyon esnasında meydana gelen protein yıkımından geriye kalan aminoasit ve kısa polipeptid zincirlerinden oluşan düşük molekül ağırlığındaki çözünebilir protein parçalarının mine yüzeyinde ve çok az

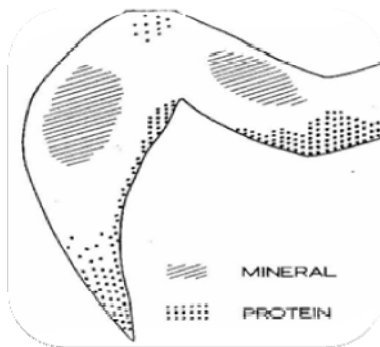
miktarda bulundukları görülür (Williams ve Elliott, 1979; Jansen Van Rensburg, 1995). Bunların aminoasit kompozisyonları, çözünmez proteinlerin aminoasit kompozisyonundan farklıdır. Ancak, asit karşısında presipite olarak çözünmez hale geldikleri görülür. Bu nedenle, çürük asitleri karşısında da presipite olarak mineral kaybına karşı bir bariyer gibi davranabilecekleri düşünülmüştür (Weatherell ve ark., 1974; Jenkins, 1978).

Mine proteinlerinin toplam ağırlığının %80-90'ının ise mine-dentin sınırına yakın kısımlarda lokalize olduğu görülür. Bu yüksek molekül ağırlıklı iç mine proteinleri; inorganik kristaller arasındaki boşlukları doldurarak dentin yüzeyinden mine içine ince bir ağ gibi uzanan çözünmez organik yapıları (tuft) oluştururlar (Şekil 1.5.) (Williams ve Elliott, 1979; Jansen Van Rensburg, 1995).



Şekil 1.5. Mine tuftları (Jansen Van Rensburg, 1995)

Olgun minedeki bu “tuft” proteinlerinin orijinal matriksin bir parçası olduğu kabul edilir. Servikal minede ve fissürlerin altında yoğun olarak bulunurlar (Şekil 1.6.) (Williams ve Elliott, 1979; Jansen Van Rensburg, 1995).



Şekil 1.6. Minede protein ve mineral yoğunluğunun dağılımı

Mine içinde, proteinden zengin olan bu kısımlarda çürüğün daha fazla ilerlemediği ya da yavaş ilerlediği belirtilerek, proteinlerin apatit kristalinin etrafını çevreleyerek ya çürük asitlerini tamponladığı ya da asitin kristal yapıya ulaşmasını engelleyen bir bariyer gibi davrandığı tahmin edilmektedir (Jenkins, 1978). Bu proteinlerin, mineral kaybına karşı bir bariyer oluşturabildikleri gibi, yapılarındaki glutamic asit ve aspartic asit gibi negatif yüklü kısımlar nedeniyle de çözünen minerallerin tekrar çökmesine yardımcı olabildikleri ifade edilmiştir (Weatherell ve ark., 1974).

İnterprizmatik alandaki proteinlerin büyük bir kısmı, inorganik materyale destek sağladığı gibi suyun tutulmasına yardım ederek sıvı hareketine olanak sağlar (Eugene, 1976).

1.1.3.1.2.2.2. Karbonhidrat

Biyokimyasal ve histokimyasal analizlerde, mine matriksinde karbonhidrat ve mukopolisakkarit bulunduğu ve bunların glikolizasyonla mine proteinlerine bağlı olduğu gösterilmiştir (Nanci ve ark., 1989). Mukopolisakkaritlerin ise, kondroitin-4-sülfat ve/veya kondroitin-6-sülfat olduğu gözlenmiştir. Bunlar, yüksek aniyonik güçleri nedeniyle katyonları bağlama özelliğine sahip olduklarından mineralizasyonda yer aldıkları düşünülmektedir. Çürük minenin karbonhidrat içeriğinin, sağlam minedekine oranla 10-12 kat daha fazla olduğu gözlenmekle birlikte nedeni tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır (Eugene, 1976; Jenkins, 1978).

1.1.3.1.2.2.3. Yağlar

Histokimyasal çalışmalar, mine ve dentinde yağ bulunduğunu göstermiştir. Minenin yağ oranının % 0,51 olduğu, çürük dişlerde ise bu oranın arttığı görülür (Eugene, 1976). Yapılan analizlerde minedeki yağ asitlerinin %19–25 oranında palmitik asit, %14–17 oranında stearik asit ve %20–21 oranında oleik asitten ibaret olduğu gözlenmiştir (Eugene, 1976).

1.1.3.1.2.3. Su içeriği

İnsan diş minesinin su içeriği minenin fiziko-kimyasal özelliklerini belirler. Özellikle, minenin geçirgenliği, iyon değişim kapasitesi, elastikiyeti ve reaktivitesi içerdiği su miktarına bağlıdır (Bonte ve ark., 1988).

Suyun, mine içerisinde iki farklı durumda bulunduğu görülmüştür:

Zayıf bağlı olan serbest su: Minede serbest halde bulunan su içeriğinin mineral ve organik yapı arasında lokalize olduğu düşünülmektedir. Minenin serbest haldeki su içeriğinin bireyler arasında büyük farklılık gösterdiği (ağırlık olarak % 0,56–1,48) ayrıca dişler arasında da farklı olduğu ve süt dişlerinin serbest su içeriğinin (ağırlık olarak %3,01) daimi dişlere göre çok daha fazla olduğu gözlenmiştir (Bonte ve ark., 1988).

Sıkı bağlı olan su (Tutulan su): Sıkı bağlı haldeki su, minenin kristal ağı içerisinde apatitin hidroksil pozisyonunda bulunmaktadır (Eugene, 1976; Jansen Van Rensburg, 1995).

Suyun mine prizmaları arasında veya prizmalar içindeki mikroporlarda bulunması ya da apatit ağı içerisinde iyonik halde olması nedeniyle minenin ancak çok yüksek ısılarda dehidrate olduğu düşünülmektedir (Eugene, 1976; Jenkins, 1978; Vila Verde ve ark., 2007).

Çürük minede inorganik kristal yapının kaybolması ile birlikte kristal yapının yerini suyun aldığı dolayısı ile çürük minenin su içeriğinde ağırlık olarak % 150’lik bir artış olduğu görülmektedir. Minenin su içeriğinin yaşa bağlı olarak azaldığı belirtilmektedir (Eugene, 1976).

1.1.3.2. Minenin kristal yapısı

1.1.3.2.1. Apatitlerin genel yapısı

$(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$ “hidroksiapatit” ifadesi (HAP) az ya da çok ideal bir kristal yapıyı tanımlar, “apatit” ve “apatitik” ifadesi ise kalsiyum ya da fosfat iyonlarının ideal kompozisyonundan saptığı veya içine dışarıdan flor, karbonat veya su gibi materyallerin katıldığı bir kristal yapıyı tarif eden çok geniş bir tanımdır (Brown, 1966; Okazaki, 1983; Aoba, 1997). Apatitler, x-ray difraksiyon (XRD) analizlerinde

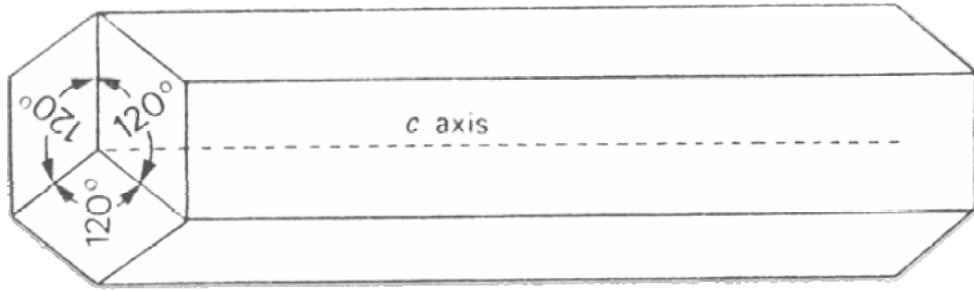
HAP'a benzemekle birlikte onun kadar keskin pikler vermeyen yapılardır. Hegzagonal bir kristal yapının en bilinen şekli $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (stoichiometric apatit) olup ideal HAP kristalini tanımlar. Bu yapı içinde Ca/P oranı 10/6 (1,66) dır (Pleshko ve ark., 1991; Dorozhkin ve Epple, 2002). Ca/P oranı 10/6 olmayan ve ideal kompozisyondan sapan apatitler ise iyi kristalize olmamış “nonstoichiometric apatit” olarak ifade edilir (Brown, 1966). Bunlar, vücuttaki tüm kalsifiye dokuların ana mineral komponenti olup (Pleshko ve ark., 1991; Dorozhkin ve Epple, 2002) yapılarında % 5–6 oranında karbonat iyonu bulunur (LeGeros, 1981). Nitekim; diş minesinin Ca/P oranının da ideal yapıdakine uymadığı, verilen oranların ise birbirinden farklı olduğu görülmektedir. LeFevre ve ark. (1937) diş minesinin Ca/P oranının 2,04 olduğunu, Murray (1936) 2,09, Burnett ve Zenewitz (1958) 1,95, Coklica ve Brudevold da (1966) 2,06 ile 2,24 arasında olduğunu belirtmektedirler.

Stoichiometrik hidroksiapatit kristali farklı büyüklük ve şekildeki kalsiyum, hidroksil ve fosfat iyonlarından oluşmuştur. Fosfat iyonları, boyutları nedeniyle kristal yapı içinde daha fazla yer kapladıklarından bu yapıyı kontrol altında tutarlar. Nitekim, fosfat iyonlarının apatit yapı içerisindeki dizilişleriyle kristalin hegzagonal şeklinin belirlendiği ve fosforun etrafında tetrahedral gruplar halinde bulunan fosfat oksijenlerinin fosfat grupları arasındaki kalsiyum iyonlarını da bağlayarak yapı içinde hepsinin bir arada tutulmasını sağladığı görülür (Elliott, 1973).

Birbirine çok yakın olmakla birlikte fosfat iyonları arasında boşluklar olduğu ve bu boşlukların içinde de kalsiyum ve hidroksil iyonlarının bulunduğu görülür. Bu boşluklar, üst üste dizilmiş hegzagonal tabakalar halinde olan kristal yapı içinde vertikal eksene paralel kanallar oluştururlar. Bu kanalların 2/3'ünde pozitif yüklü kalsiyum iyonları bulunur ve bunlar toplam kalsiyum içeriğinin 2/5'ini oluşturur. Kanalların geriye kalan 1/3'ünde ise negatif yüklü hidroksil iyonları bulunur. Kalsiyum iyonlarının geriye kalan 3/5'i de kısmen bu hidroksil iyon kanallarında bulunur (Elliott, 1973). Ancak, kanalları dolduran kalsiyum ve hidroksil iyonlarının farklı büyüklükte olması kanal boyutlarında değişikliğe neden olarak fosfat iyonlarının bir arada tutunmasını engellemekte ve yapı içinde distorsiyona yol açmaktadır. Yapıyı oluşturan her tabakada bir öncekine göre hidroksil kanalı etrafında 60 derecelik bir distorsiyon meydana geldiği için, her iki tabakada bir aynı kristal yapı oryantasyonunun tekrarlandığı ve hidroksil iyon kanalları geniş kalırken

daha küçük olan kalsiyum iyonlarının bulunduğu kanalların bir tabakada genişken diğer tabakada daraldığı görülür (Elliott, 1973).

Kristal yapının, kristalografik simetriye sahip tüm elemanlarını içeren en küçük parçası olarak tanımlanan hegzagonal “birim hücre”nin boyutları birbiri ile 120 derecelik açı yapan üç horizontal a ekseni ve bir vertikal c ekseni ile tanımlanır (Şekil 1.7.) (Elliott, 1973).



Şekil 1.7. Birim hücre a ve c eksenleri (Elliott, 1973)

Buna göre; ortalama birim hücre boyutları $a = 9,422 \text{ Å}$ ve $c = 6,883 \text{ Å}$ olarak, c/a oranı ise 0,729 olarak belirlenmiştir. Oysa, bir hegzagonal apatit yapısı içindeki fosfat tetrahedralinin ideal c/a oranı geometrik faktörler kullanıldığında 0,943 olarak hesaplanmıştır. Aradaki farkın, hidroksil ve kalsiyum iyonlarının neden olduğu distorsiyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim; bu iyonlar, a ekseninde genişlemeye ve ideal oran ile karşılaştırıldığında c/a oranında da küçülmeye yol açmaktadır (Elliott, 1973).

Hegzagonal olarak birbirine yakın fosfat iyonlarından oluşan apatit kristali stabil olmakla birlikte çok sayıda iyon değişimine de izin verebilen bir yapıdır (Elliott, 1973). Bu yapı içerisindeki bir iyonun farklı boyuttaki bir başka iyon ile yer değiştirmesi birim hücrenin boyutlarını değiştirebilmektedir. Örneğin hidroksil ile flor iyonlarının yer değiştirmesi a ekseninde bir miktar kısaltmaya neden olmakta, hidroksil ile klor iyonlarının yer değiştirmesi ise a ekseninde uzamaya neden olurken c ekseninde kısaltmaya yol açmaktadır. Bu nedenle, birim hücre boyutlarının belirlenmesiyle apatit yapının kimyasal kompozisyonu hakkında önemli ipuçları elde etmek mümkün olabilmektedir (Trautz, 1955).

Apatitler, orijinlerine göre 4 gruba ayrılırlar: mineral apatitler, yüksek sıcaklıklarda oluşturulan sentetik apatitler, sulu sistemlerden çöktürülen sentetik apatitler ve biyolojik apatitler. Asıl ilgilenilen grup biyolojik apatitler olsa da, apatitlerin belirli temel özelliklerinin sentetik ve mineral apatitler üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya konulması nedeniyle bu gruplar hakkında da bilgi edinmek gerekir (Trautz, 1955).

Mineral apatitler: Mineral apatitler doğada doğal olarak bulunurlar ve bazıları iyi kristalize olmuştur. X-ray çalışmalarında en doğru bilgi iyi kristalize maddelerden elde edildiği için, apatitlerin atomik yapısının değerlendirilmesinde mineral apatitlerin x-ray analizinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Yapısında belirgin miktarda karbonat bulunduğu için “karbonat apatit” olarak da tanımlanan mineral apatitler içinden karbonat fluorapatitlerin “francolite” olarak, karbonat hidroksiapatitlerin ise “dahlite” olarak tanımlandığı görülür. Biyolojik apatitlerin yapısında da karbonat olması karbonat apatitlere olan ilgiyi arttırmıştır (Trautz, 1955).

Sulu sistemlerden çöktürülerek sentezlenen apatitler: Biyolojik apatitler, kalsiyum fosfatın sulu ortamda çökmesi ile oluşukları için, iyonların yer değişikliklerinin etkisini analiz etmek üzere farklı asit, ısı ve konsantrasyonlarda sentezlenmiş çok sayıda apatit çökeltisi elde edilebilir (Trautz, 1955).

Yüksek sıcaklıkta elde edilen sentetik apatitler: Mineral apatitlerin içerisinde kristal yapının saflığını bozan çok sayıda iyon bulunması, sulu solüsyonlardan çöktürülerek sentezlenen apatitlerin ise kompozisyonları ve birim hücre boyutlarının değişken olması ayrıca kristalizasyonlarının da genellikle iyi olmaması nedeniyle tamamen saf materyallerin sentezlenmesi ve çalışmaların bu apatitler üzerinde yapılması gereksinimi doğurmuştur. Bu amaçla, β -trikalsiyum fosfat ile kalsiyum hidroksit toz karışımının 900 derecede 16 saat ısıtılmasıyla elde edilen karbonat apatitlerin hem kristalinitelerinin iyi olduğu hem de birim hücre boyutlarının insan diş minesi apatitlerinin boyutları ile hemen hemen aynı olduğu öngörülmüştür. Ancak bu reaksiyondan geriye önemli düzeyde reaksiyona girmemiş ürün kaldığı için, bu sistemde kristal ağ eksenlerinin ölçümü zor olmaktadır (Trautz, 1955).

Biyolojik apatitler: Biyolojik apatitler, kalsiyum ve fosfat dışında belli bir konsantrasyonda karbonat, klorit, sitrat, magnezyum ve sodyum iyonun da bulunduğu bir solüsyondan çökelirler. Buradaki solüsyonun kompozisyonunun karmaşıklığından dolayı çökelen apatit yapının kompozisyonunun daha da karmaşık olması beklenir (Trautz, 1955).

X-ray analizleri, mine apatitlerinin iyi kristalize olduğunu göstermiştir. Ancak, mine apatitlerinin kristalizasyonu çok yavaş ilerleyen bir işlem olduğu için ortamdaki diğer iyonların da bu süreç içinde apatit yapının her tarafına girebildiği düşünülmektedir. Bu iyonlar, apatit yapı içindeki iyonlarla yer değiştirebildiğinden apatitin birim hücre boyutlarını değiştirebilmektedirler. Bu nedenle insan mine apatitinin birim hücre a-ekseninin standart HAP'a göre % 0,2 daha uzun olduğu görülmektedir (Trautz, 1955).

1.1.3.2.2. Minenin kristal yapı özellikleri ve karbonat iyonunun bu kristal yapı içerisindeki rolü

Mine; organik içeriği %1 den az ancak hacminin %81'i, ağırlığının ise %95' i çok iyi organize olmuş ve sıkıca bir arada tutunan kristallerden ibaret son derece kristalize bir doku olup, omurgalılarda vücudun en sert dokusu olarak tanımlanır (Brudevold ve ark., 1960; Brown ve ark., 1987; Jansen Van Rensburg, 1995; Wentrup-Byrne ve ark., 1997; Penel ve ark., 1998; Dowker ve ark., 1999; Simmer ve Hu, 2001; Hicks ve ark., 2004-a). İnce ve uzun olan mine kristalleri kemik, dentin ve sementte bulunan kristallerden 1000 kat daha büyük olup, gruplar halinde (mine prizmaları) dentinden diş yüzeyine kadar uzanırlar. Mine prizmalarını oluşturan HAP kristallerinin her birinin etrafında çok ince bir organik matriks bulunur. Her kristal hexagonal yapıdaki birim hücrelerden oluşur. Birim hücreler; kalsiyum, fosfat ve hidroksil gruplarından oluşan HAP kristalinin $(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2)$ en küçük parçasıdır. Her birim hücre aynı yapıda olup diğer birim hücrelerle birleştiğinde tam bir kristal yapıyı oluşturur (Hicks ve ark., 2004-a).

Mine, dentin, kemik ve sement teorik olarak HAP'den oluşmuş olsa da, yapıya girerek kristalin saflığını bozan iyonlar nedeni ile değişime uğrar (Asgar, 1956; Brown ve ark., 1987; Nelson, 1981). Nitekim; karbonat iyonlarının minenin kristal

yapısı içindeki fosfat veya hidroksil iyonları ile yer değiştirebildiği ve bundan dolayı mine kristalleri için iyi kristalize olmamış “karbonat apatit” ifadesinin de kullanıldığı görülmektedir (Bres ve ark., 1985; Brown ve ark., 1987). Bunun yanı sıra; kalsiyum iyonu magnezyum, sodyum, çinko, selenyum ve stronsiyum ile yer değiştirebildiği gibi fosfat iyonu da karbonat iyonu veya asit fosfat iyonu ile flor iyonu ise hidroksil iyonları ile yer değiştirebilmektedir $(Ca, Mg, Na, St, Se, Zn)_{10} (PO_4, CO_3, HPO_4)_6 (OH, F)_2$. Flor iyonu, mineral kristallerini stabilize ederken, diğerleri (magnezyum, sodyum, selenyum, karbonat, asit fosfat) kristallerin stabilitesini bozar ve kristallerin çürüğe karşı duyarlılığını artırır. HAP mineralinde bulunan eser elementler, o bölgenin toprak, su ve gıda maddelerindeki eser elementleri yansıtır. Bu nedenle, minedeki HAP kristallerinde 40’den fazla eser element olduğu ancak bunların büyük çoğunluğunun çürük duyarlılığı açısından çok fazla önemi olmadığı belirtilmiştir (Hicks ve ark., 2004-a).

Kristal yapı içerisinde hidroksil iyonları ile flor iyonlarının yer değiştirmesi mine yapısının asitlere karşı daha dirençli olmasını sağlamaktadır. Flor iyonlarının, hidroksil iyonlarının bir kısmı ile yer değiştirmek suretiyle oluşturduğu florhidroksiapatit kristalinde (FHAP), $Ca_{10}(PO_4)_6(F_2OH)_2$, kristal içi streslerin azalması ve kristalinitenin artması gibi bir takım fizikokimyasal değişiklikler nedeniyle kristal yapının HAP kristaline göre daha stabil bir hale geldiği görülür. Bu durum, çürük asitlerine karşı minenin direncini arttırarak çözünürlüğünü azaltmaktadır (Varughese ve Moreno, 1981; LeGeros ve Tung, 1983; Hicks ve ark., 2004-a).

Bunun yanı sıra; mine dokusunda hücresel komponentlerin olmadığına da dikkat çekilerek mineda hücresel tamir mekanizmasının bulunmadığı, demineralizasyonun gelişimi, durması veya geriye dönmesinin tamamen diş ve pelikül/plak ara yüzeyindeki fizikokimyasal olaylara bağlı olduğu belirtilmektedir (Hicks ve ark., 2004-a).

1.1.3.3. Minenin oluşumunda ve maturasyonunda kristal yapı ve karbonat iyonunun rolü

Mineyi oluşturan ameloblastlar ilk olarak mine proteinlerini salgılayarak bir protein matriks meydana getirirler. Minenin olgunlaşması sırasında ise ameloblastlar bir taraftan salgıladıkları proteinazlar ile protein matriksini ortadan kaldırırken bir taraftan da bikarbonat, kalsiyum ve fosfat iyonu salıp ortamdaki suyu uzaklaştırırlar. Bu sayede, kristallerin genişleyip kalınlaşarak kaybolan organik matriksin yerini aldığı ve minenin sertleştiği görülür (Tomes, 1896; Deakins, 1942; Brudevold ve ark., 1960; Travis ve Gilmcher, 1964; Aoba, 1997; Wentrup-Byrne ve ark., 1997; Simmer ve Hu, 2001). Nitekim, minenin yapısındaki minerallerin büyük çoğunluğunun minenin olgunlaşması sırasında depolandığı (Simmer ve Hu, 2001) ve minenin inorganik içeriğinin minenin gelişim süresi boyunca 5 misli arttığı ifade edilmektedir (Deakins, 1942). Maturasyon aşamasında kristallerin etrafını saran sıvının pH'sı 6 ile 7,2 arasında değişmektedir. Bu pH aralığı, doğal ağız içi ortamını yansıtır. Ancak, minenin gelişimi sırasında mineral yapının homojen olmadığı ve asit solüsyonlara karşı duyarlı olan karbonat iyonundan zengin mine kristallerinin düşük pH'da ortamdan uzaklaştıkları görülür. Böylece, maturasyon süreci içinde aside duyarlı mineraller aside daha dirençli minerallerle yer değiştirirler (Simmer ve Hu, 2001; Aoba, 1997). Bu süreç, dişin sürmesinden sonra da devam ettiği için yaşa bağlı olarak kristalinitenin arttığı dolayısı ile zaman içerisinde minede aside daha dirençli bir yapının geliştiği gösterilmiştir (Grynepas ve ark., 1984; Aoba, 1997; Simmer ve Hu, 2001). Nitekim, dişin sürmesi ile birlikte mine yüzeylerinin tükürük proteinleri (pelikül) ile kaplanarak plak birikiminin başladığı ve erüpsiyon anında çürüğe karşı son derece duyarlı olan mine yüzeyindeki çözünür minerallerin bu plak içindeki kalsiyum, fosfat ve flor gibi daha az çözünür minerallerle yer değiştirdiği dolayısı ile karbonat iyonundan zengin HAP'lerin yerini maturasyon süreci içinde aside dirençli olan HAP veya FHAP'lerin aldığı görülmektedir (Hicks ve ark., 2004-a).

Ayrıca, yeni sürmüş dişlerde minenin su ve organik içeriği yüksek olduğundan geçirgenliğin de oldukça fazla olduğu ve çözünür sıvıların minenin 200 mikrometre kadar içine sızabildiği görülür. Minenin olgunlaşma sürecinde çözünür minerallerin yerini daha az çözünür minerallerin alması organik matriks alanını daraltarak

geçirgenliğin 20 mikrometrelik derinlikte sınırlı kalmasını sağlar (Hicks ve ark., 2004-a).

Apatit yapıdaki biyolojik minerallerin oluşması için ortamda önce oktakalsiyum fosfatın (OCP; $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) oluştuğu ve hidrolize olarak HAP'a dönüştüğü düşünülmektedir. (Brown, 1966; Rachinger ve ark., 1982; Brown ve ark., 1987; Sauer ve ark., 1994; Aoba, 1997). OCP'nin hidrolizi esnasında, düzlemsel karbonat iyonunun tetrahedral fosfat iyonu ile yer değiştirmesiyle karbonat iyonlarının kristal yapı içine girdiği görülür (Chickerur ve ark., 1980). Mine kristallerinin çökeldiği ortamda minerallerin etrafında fazla miktarda bikarbonat iyonu (HCO_3^-) içeren sıvı bir faz bulunduğu için OCP'nin hidrolizi sırasında kristalin saflığını bozan bir takım iyonlarla birlikte karbonatın da kristal yapı içine girmesi zor olmaktadır (Aoba ve Moreno, 1987; Aoba ve Moreno, 1990; Rey ve ark., 1991; Iijima ve ark., 1994).

Kimyasal analizlerde; minenin kalsiyum ve fosforun içeriğinin (% ağırlık), minenin iç kısmından (yaklaşık %15 Ca, %8 P) mine yüzeyine doğru (%21 Ca, %11 P) düzenli olarak arttığı ve olgunlaşmamış minede (%30 Ca, %14,5 P) olgun mineye oranla (%36 Ca %17,5 P) daha fazla bulunduğu saptanmış, CO_3/P oranında ise mineralizasyonun ilerlemesi ile birlikte düzenli bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Gelişimin ilerlemesi ile birlikte minede Ca/P oranı arttığı için gelişim süreci içinde CO_3/Ca oranında da CO_3/P oranına göre belirgin miktarda bir azalma görülür (Aoba ve Moreno, 1990).

1.1.3.4. Karbonatın minenin çözünürlüğü üzerindeki rolü

Diş çürüğünün çok faktörlü karakteri içerisinde, minenin çözünmeye karşı dirençli olup olmaması çürük oluşumunda önemli bir faktördür (Besic ve ark., 1975). Yüksek–düşük çürük insidansına sahip bireyler arasında, aynı bireydeki farklı dişler arasında, aynı dişin farklı yüzeyleri arasında ve minenin farklı derinliklerinde çözünürlüğün ve buna bağlı olarak da çürük ilerleme hızının farklı olduğu ileri sürülerek bunun minenin inorganik içeriğindeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmüş (Le Fevre ve ark., 1937; Klein ve Palmer, 1941; Brudevold, 1948; Patel ve Brown, 1975; Brudevold ve ark., 1976; Shwartz ve ark., 1984) ve karbonat iyonu başta olmak üzere apatit kristalin saflığını bozan birçok iyonun çürük prevelansının

artmasında rolü olabileceği ileri sürülmüştür (Sobel, 1960; Ingram, 1972; Patel ve Brown, 1975).

Minenin apatit yapısı genelde karbonat apatit olarak tanımlanır ve $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{--}_x(\text{OH})_{2-y}(\text{CO}_3)_{x+y}$ (burada $0 \leq x \leq 6$ ve $0 \leq y \leq 2$ 'dir) olarak formülize edilir. Karbonat iyonu içeriği nedeniyle saf HAP'e göre çözünürlüğü daha fazladır (Moreno ve Aoba, 1990). Flor, magnezyum, alüminyum, sodyum ve stronsiyum gibi iyonların kristal ağ içerisindeki iyonlarla yer değiştirmesi ise bu yapıyı değiştirir (Brown, 1974; Wentrup-Byrne ve ark., 1997).

Dişlerin kimyasal yapılarında karşılaşılan farklılıkların; dişler arası morfolojik farklılıklara, süt veya daimi diş olmasına, sağlam ya da çürük olmasına, yaş, cinsiyet ve ağız sağlığı gibi bireysel farklılıklara bağlı olduğu gösterilmiştir (Le Fevre ve ark., 1937; Klein ve Palmer, 1941; Brudevold, 1948; Brudevold ve ark., 1976; Shwartz ve ark., 1984). Coklica ve Brudevold (1966) mine yoğunluğunun dişler arasında farklı olduğunu, Jackson (1971) ise bazı insanların dişlerinin diğerlerine göre çürüğe daha duyarlı olduğunu ve bunun genetik olarak kontrol edilen morfolojik ve fiziko-kimyasal özelliklerden kaynaklandığını belirtmiştir. Swartz ve Phillips (1958) minenin kimyasal çözünürlük özellikleri ile fiziksel sertlik özellikleri arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, dişler arasında ve aynı dişin farklı bölgeleri arasında minenin sertliği ve çözünürlüğünün farklı olduğunu ancak mine sertliği ile çözünürlüğü arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını ifade etmişlerdir. Isaac ve arkadaşları (1958) ise minenin yüzey kısımlarının iç kısımlara göre çözünmeye karşı daha dirençli olduğunu ve minenin organik içeriğinin çözünme üzerinde etkisi bulunmadığını ifade etmişlerdir. Theuns ve arkadaşları (1986) da mine çözünürlüğündeki farklılıkları ve çözünme hızını inceledikleri çalışmalarında mine yüzeyinden mine-dentin sınırına doğru çözünmenin arttığını ve bunun da karbonat ve magnezyum iyon konsantrasyonundaki artışla ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir. Nelson (1981) ise elektron mikroskobu kullanarak karbonat apatitlerdeki atomik defektleri incelediği bir çalışmada, HAP'in asit karşısındaki reaktivitesinin apatitin kompozisyonuna bağlı olarak değişebildiğini ve bunun da doğrudan kristal yapı içerisindeki karbonat iyon miktarı ile ilişkili olduğunu, karbonat iyonunun apatit kristalinin yapısını bozduğunu ve bunun çok sayıda kristal defektine neden olduğunu göstermiş ve bu defektlerin, yüzey altı lezyonlarda mine kristallerinin çözünme

özelliklerini ve minenin çürüğe karşı duyarlılığını etkileyebileceğini belirtmiştir. Nitekim, Bres ve ark. (1985) da yüksek çözünürlüklü elektron mikroskobu ile insan mine prizmalarını atomik düzeyde inceledikleri bir çalışmalarında aynı mine kristali içerisinde yapısal bir heterojenite olduğunu gözleyerek bunun kristal yapı içine giren karbonat iyonundan kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Konu ile ilgili olarak yapılan bütün çalışmalarda; kristal ağ içerisine giren karbonat iyonunun, kristaliniteyi azalttığı ve kristal ağ içerisindeki kimyasal bağları zayıflatarak kristal yapının stabilitesini bozduğu (Simpson, 1966; Okazaki ve ark., 1981; Nelson ve ark., 1982; LeGeros ve Tung, 1983; Featherstone ve ark., 1983; Moreno ve Aoba, 1991; Rey ve ark., 1991; Baig ve ark., 1996; LeGeros ve ark., 1996; Aoba, 1997; Baig ve ark., 1999) dolayısı ile minenin çürük asitlerine karşı dayanıklılığını azalttığı ve mineral fazın çözünmesini kolaylaştırdığı gözlenmiştir. Bu nedenle; dişin çürüğe karşı duyarlı hale gelmesinin baş sorumlusu olduğu kabul edilen karbonat iyonu (Brudevold ve ark., 1960; Sobel, 1960; Little, 1961; Shapiro ve Hartles, 1965; LeGeros ve ark., 1967; Besic ve Wiemann, 1972; Weatherell ve ark., 1974; Biltz ve ark., 1981; Marshall ve Lawless, 1981; Nishino ve ark., 1981; LeGeros ve Tung, 1983; Nelson ve ark., 1983; Budz ve ark., 1988; Bohic ve ark., 1998) diş minesinin “aşıl tendonu” (zayıf noktası) olarak tanımlanmaktadır (Sobel, 1960; Sydney-Zax ve ark., 1991). Sürmüş olgun diş minesi ağırlık olarak %2-3 oranında karbonat iyonu içermekle birlikte (Weatherell ve Robinson, 1968; Patel ve Brown, 1975; Chen ve Nancollas, 1986; Aoba, 1997; Dorozhkin ve Epple, 2002) karbonat iyonunun mine içerisindeki dağılımının eşit olmadığı, mine yüzeyinden mine-dentin sınırına doğru miktarının giderek arttığı gösterilmiştir (Brudevold ve ark., 1960; Weatherell ve ark., 1968; Wentrup-Byrne ve ark., 1997).

Apatitler iki tip anyonik kısma sahiptir; bunlardan birisi hegzagonal kristal yapının c-ekseni boyunca uzanan kanallarda bulunan monovalent (Tip A) kısımdır ve burada genel olarak hidroksil, klor veya flor iyonları bulunur; diğeri ise trivalent (Tip B) kısım olup burada da fosfat iyonu bulunur. Karbonat iyonlarının, apatit yapıya %90-95 oranında fosfat bölgesinden (Tip B), %5-10 oranında da hidroksil bölgesinden (Tip A) katıldığı gösterilmiştir (Elliott, 1963; LeGeros, 1965; Elliott, 1969; Termine ve Lundy, 1973; Holcomb ve Young, 1979; Holcomb ve Young, 1980; Elliott ve ark., 1985; Mayer ve ark., 1985; De Mul ve ark., 1986; Beshah ve

ark., 1990; Elliott, 1994; Aoba, 1997; Wentrup-Byrne ve ark., 1997; Penel ve ark., 1998; Fleet ve Liu, 2003; Hicks ve ark., 2004-b). Kristal yapı içindeki iyon değişikliklerinin kristalin kimyasal stabilitesi üzerindeki etkisi, yer değiştiren katyon veya anyonun boyutuna bağlı olarak birim hücre boyutlarında (a- ve c-eksenleri) meydana gelen değişikliklere göre değerlendirilir (Bres, 1993). Nitekim; trigonal düzlemsel bir geometrik şekli olan karbonat iyonunun bu şekli ile ne fosfat (Tip B) ne de hidroksil bölgesine (Tip A) uygun olmadığı ve tetrahedral fosfat iyonu ile karşılaştırıldığında karbonat iyonundaki oksijen-oksijen mesafesinin fosfat iyonundakine göre %15 daha kısa olduğu dolayısı ile karbonat iyonları ile fosfat iyonlarının yer değiştirmesi durumunda kristal yapının birim hücresinin a-ekseninde azalma, c-ekseninde ise artış meydana geldiği, bunun lokal atomik düzen içinde distorsiyona yol açtığı (Nelson ve ark., 1983; Johnson ve Nancollas, 1992; Penel ve ark., 1998) ve birim hücrede kontraksiyona neden olduğu belirtilmektedir (Bonel ve Montel, 1964; Nelson ve Featherstone, 1982; Vignoles ve ark., 1988).

Hidroksil bölgesinde ise, karbonat iyonunun boyutu hidroksil iyonuna göre büyük olduğu için karbonat iyonunun iki hidroksil iyonu ile yer değiştirdiği ve bu kez de kristal yapının birim hücre a-ekseninde artış, c-ekseninde ise azalma meydana geldiği görülmektedir (Elliott, 1964; LeGeros ve ark., 1969; Bonel, 1972). Ancak; karbonat iyonu ile hidroksil iyonu arasındaki boyutsal fark, karbonat iyonu ile fosfat iyonu arasındaki boyutsal farktan daha fazla olduğu için karbonat iyonunun Tip A bölgesinde olması kristal yapıda daha fazla distorsiyona yol açmaktadır. Bu durum; iyonlar arasında boşluklar oluşmasına, yük dengesinin bozulmasına ve iyonlar arasındaki bağların zayıflamasına yol açarak kristal yapıdaki bozuklukların daha da artmasına ve kristalin yoğunluğunun azalmasına neden olmaktadır. (Elliott, 1964; Young, 1974; Holcomb ve Young, 1980; Bacquet ve ark., 1981; Nishino ve ark., 1981; Vignoles ve ark., 1988; Beshah ve ark., 1990; Moreno ve Aoba, 1990; Aoba, 1997; Sonju Clasen ve Ruyter, 1997; Penel ve ark., 1998; Wilson ve ark., 1999; Fleet ve Liu, 2003).

Karbonat iyonunun minenin apatit yapısına katılmasıyla apatit kristallerin yapısal özelliklerinin ve yapı içerisindeki iyon bağlarının kuvvetinin değiştiği bunun da minenin çözünürlüğünü etkilediği (LeGeros, 1965; LeGeros, 1967; Hallsworth ve ark., 1973; Arends ve Jongebloed, 1981), mine çözünürlüğünün ise karbonat iyonu

konsantrasyonuna paralel olarak mine yüzeyinden mine-dentin sınırına doğru arttığı birçok çalışmada gösterilmiştir (Brudevold, 1948; Brudevold ve ark., 1960; Wentrup-Byrne ve ark., 1997). Mine yüzeyinde, iyon alışverişi ve remineralizasyona bağlı olarak karbonat iyonu miktarının azaldığı ve apatit yapının daha stabil olduğu görülür (Mayer ve ark., 1988).

Karbonat iyonu, HAP kristali içindeki mineraller arasında en kolay çözünen mineral olması nedeniyle diş çürüğünün başlangıç aşamasında öncelikle ortamdan uzaklaştığı için (Mayer ve ark., 1988) çürük minedeki karbonat iyonu konsantrasyonunun normal mineye göre daha az olduğu gösterilmiştir (Hallsworth ve ark., 1973; Wilson ve ark., 1999). Transmission elektron mikroskobu çalışmaları, apatit kristallerinin merkezi kısımlarının karbonat iyonundan zengin olduğunu ve bunun kristal yapıda defektler oluşturduğunu dolayısı ile bu kısımların diş çürüğünün erken aşamalarında organik asitler (laktik asit) tarafından kolayca çözündüğünü ve ortası oyuk tüp şeklinde kristaller meydana geldiğini göstermiştir (Johnson, 1967; Voegel ve Frank, 1977; Marshall ve Lawless, 1981; Bres ve ark., 1985; Hicks ve ark., 2004-a).

Çözünme, ilk olarak kristallerin mine yüzeyindeki terminal kısımlarından küçük bir girinti ile başlar ve bundan sonra kristalin merkezinden itibaren ilerleyerek apatit kristali içinde bir oyuk oluşturur. Kristalin dış “kabuk” kısmının çözünmesi ise nispeten daha uzun bir süre gerektirir (Johnson, 1967; Hicks ve ark., 2004-a). Kristal yapı içindeki kolay çözünebilen komponentlerin kaybı minede porözite oluşturarak demineralize edici sıvıların mine içine sızmasını kolaylaştırır. Araştırmacılar bunun çürüğün başlamasında ve ilerlemesinde belirleyici bir faktör olabileceğini düşünmektedirler (Johnson, 1967; Brudevold ve ark., 1976). Ayrıca, kısmen çözünmüş olan kristallerin, remineralizasyon sırasında yeni kristallerin oluşumu için bir şablon oluşturduğu ve çözünen karbonat iyonunun yerini flor iyonunun aldığı görülür. Bu şekilde devam eden seri reaksiyonlar sonunda yüzey minesinin remineralize olarak asitlere karşı dirençli hale geldiği görülür (Larsen, 1986).

Yapılan çalışmalar, prizma kınlarının demineralizasyona karşı daha duyarlı olduğunu, bu bölgede kristallerin oryantasyonunun farklılık gösterdiğini, protein içeriğinin ve porözitenin daha fazla olduğunu dolayısı ile çürüğün başlangıçta

interprizmatik alan boyunca yayıldığını göstermiştir. Prizma kınlarının sodyum, magnezyum ve karbonat iyonundan zengin olması hem nötral pH'da çözünebilen bileşikler oluşmasına yol açmakta hem de amorf kalsiyum fosfattan HAP oluşumunu engellemektedir. Bu nedenle prizma kınlarının demineralizasyona karşı duyarlı olduğu görülür (Brudevold ve ark., 1976).

1.1.3.5. Süt ve sürekli diş minesinin çözünme özellikleri

Süt ve sürekli dişler arasındaki farklılıkları inceleyen çalışmalarda; Le Fevre ve Hodge (1937) süt dişlerinin su içeriğinin daimi dişlere göre daha yüksek, inorganik içeriğin ise daha az olduğunu, Volker (1940) süt dişlerinin çözünürlüğünün daimi dişlere göre daha fazla olduğunu, genç daimi dişlerin çözünürlüğünün de yaşlı daimi dişlere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Isaac (1958) ise flor iyonu içeriği düşük olan süt dişlerinde çözünürlüğün daha fazla olduğunu ancak bunun sadece flor iyonu miktarı ile açıklanamayacağını ileri sürerek minenin flor iyonu içeriğinde yaşla birlikte artış görülmesine rağmen yaş ile mine çözünürlüğü arasında bir ilişki olmadığına dikkat çekmişlerdir. Mortimer (1970), süt dişlerinde çürüğün yayılım şekli ile minenin kompozisyonu arasındaki ilişkiyi daimi dişlerle karşılaştırmalı olarak incelediği bir çalışmada, süt dişi minesindeki prizmaların genişliğinin daimi diş minesindeki prizmalardan daha küçük olduğunu dolayısı ile interprizmatik alanın daha geniş olduğunu ve bunun çürüğün yayılım hızını arttırdığını, prenatal minenin postnatal mineye göre %3-4 oranında daha az mineralize olduğunu gözlemiştir. Le Geros ve ark. (1996), süt dişleri ile daimi dişlerin bazı fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, karbonat, asit fosfat ve magnezyum iyonu içeriğinin daimi dişlere oranla süt dişlerinde daha fazla olduğunu, mine prizmalarının bir miktar daha küçük olduğunu ve asitlemenin etkisinin daimi dişlere göre daha derin kısımlara kadar indiğini gözleyerek, süt ve sürekli dişler arasındaki bu yapısal farklılıkların yaşla birlikte çürük prevelansında azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Le Geros ve Le Geros (1983) ise mine yüzeyindeki karbonat konsantrasyonunun süt ve sürekli dişler arasında farklı olduğunu gözlemiştir.

1.1.3.6. Araştırma yöntemleri

Minenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin analizi, mine yapısındaki atomların çeşitleri, sayıları ve bu atomların bir araya gelerek oluşturdukları kristal yapının birlikte değerlendirilmesi ile mümkündür. Ayrıca; minenin yapısına katılan yabancı iyonlar da bu yapıda önemli değişikliğe neden olduklarından, çürüğün atomik düzeyde incelenebilmesi için mine yapısındaki atomların türünü, lokalizasyonunu, bağlanma yönleri ve termal vibrasyonlarını bilmek gerekir. Ancak, dış yapısında yaklaşık 10^{23} atom bulunduğu için bu özelliklerin her atom için ayrı ayrı belirlenmesi mümkün değildir (Young, 1974). Bu nedenle; mine gibi iyi kristalize dokularda, yapının genel özelliklerini incelenebilmesi için birbirini tekrar eden ve benzer atom dizilişlerine sahip 3 boyutlu atom gruplarından (birim hücre) yararlanılır. (LeGeros, 1967; Young, 1974).

Biyolojik ve sentetik apatitlerin incelenmesinde daha önce kimyasal ve mikroskopik analiz yöntemleri kullanılmaktaydı (Tomes, 1896; Murray, 1936; Le Fevre ve Hodge, 1937; Le Fevre ve ark., 1937; Volker, 1940; Klein ve Palmer, 1941; Deakins, 1942; Ockerse, 1943; Brudevold, 1948; Asgar, 1956; Burnett ve Zenewitz, 1958; Brudevold ve ark., 1960; Sobel, 1960; Cutress, 1972; Moreno ve Zahradnic, 1974; Weatherell ve ark., 1974; Featherstone ve ark., 1983; Ellies ve ark., 1988; Nelson ve ark., 1989; Aoba ve Moreno, 1990; Baig ve ark., 1996; LeGeros ve ark., 1996). Ancak, bu araştırmalardan elde edilen verilerin oldukça sınırlı olduğu görüldüğünden; kristal yapının analizinde, teknolojik gelişime bağlı olarak elektron spin rezonans (Cevc ve ark., 1972; Cevc ve ark., 1980; Bacquet ve ark., 1981), elektron paramagnetik rezonans (Cevc ve ark., 1972), transmission fourier transform infrared mikrospektroskopisi (FT-IRM) (Bohic ve ark., 1998), fourier transform mikrospektroskopisi (Paschalis ve ark., 1996), transmission elektron mikroskopisi (Hamilton ve ark., 1973; Marshall ve Lawless, 1981; Poole ve ark., 1981; Nelson ve ark., 1983; Cuisinier ve ark., 1987; Nelson ve ark., 1989; Abbona ve Baronnet, 1996), elektron probe mikroanalizi (Buttner, 1963; Frank ve ark., 1966; McCann, 1969; Besic ve ark., 1970; Besic ve Wiemann, 1972; Besic ve ark., 1975; Svalbe ve ark., 1984; Kosa ve ark., 1990; Cuy ve ark., 2002), elektron mikroskopisi (Johnson, 1967; Nelson ve ark., 1983; Nelson ve ark., 1986; Nelson ve Barry, 1989), scanning elektron mikroskopisi (Tyler, 1976; Whittaker, 1982; Theuns ve ark., 1983;

Goldberg ve ark., 1987; Ellies ve ark., 1988; Shellis, 1996; Moinichen ve ark., 1996; Cuy ve ark., 2002), raman spektroskopisi (Wieliczka ve ark., 1996; Tsuda ve ark., 1996; Tsuda ve Arends, 1997; Tramini ve ark., 2000), lazer raman spektroskopisi (Nishino ve ark., 1981), mikro–raman spektroskopisi (De Mul ve ark., 1986; Tsuda ve Arends, 1994; Penel ve ark., 1998), fourier transform raman spektroskopisi (Sauer ve ark., 1994), elektron diffraction yöntemi (Arnold ve ark., 2001), NMR spektroskopisi (Beshah ve ark., 1990), elektron spektroskopik diffraction yöntemi (Plate ve ark., 1994), termogravimetrik analiz (Holager, 1970; Holcomb ve Young, 1980; Mayer ve ark., 1985; Vignoles ve ark., 1987; LeGeros ve ark., 1996; Sonju Clasen ve Ruyter, 1997), mikrosertlik analizi (Kodaka ve ark., 1992), quantitatif mikroradyografi (Theuns ve ark., 1983; Wilson ve Beynon, 1989), PIXE tekniği (Annegarn ve ark., 1981; Svalbe ve ark., 1984), x-ray diffraction (XRD) (Nylen ve ark., 1963; LeGeros, 1967; LeGeros ve ark., 1969; Shimoda ve ark., 1990; Aoba ve Moreno, 1990; Bres, 1993; Baig ve ark., 1996; Abbona ve Baronnet, 1996; Baig ve ark., 1999; Fleet ve Liu, 2003; Wilson ve ark., 2004; Fleet ve Liu, 2005) ve fourier transform infrared spektroskopisi (FT-IR) (Elliott, 1964; Elliott, 1969; Young, 1974; Montel ve ark., 1981; Mayer ve ark., 1985; Vignoles ve ark., 1988; Walters ve ark., 1990; Shimoda ve ark., 1990; Sydney-Zax ve ark., 1991; Hsu ve ark., 1994; Iijima ve ark., 1994; Baig ve ark., 1996; Paschalis ve ark., 1996; Gutierrez ve ark., 2005) gibi çok sayıda yöntem kullanılmaya başlanmıştır.

X–ray difraksiyon (XRD), nötron diffraction ve elektron diffraction teknikleri sayesinde birim hücre özelliklerinden faydalanılarak mineral, sentetik ve biyolojik apatitler yanında oktakalsiyum fosfat gibi bileşiklerin tanımlanması da mümkün olabilmıştır (LeGeros, 1967; Young, 1974). Çok yaygın kullanılan bir yöntem olan XRD’de aynı dalga boyuna sahip x–ray ışınlarının kristalden saçılımına bakarak birim hücre içindeki atomların türü, sayısı ve pozisyonları belirlenebilmektedir (LeGeros, 1967; Elliott, 1973; Young, 1974). Ayrıca XRD analizi ile kristal ağ parametrelerinin (birim hücrenin a ve c–eksen boyutları) ve kristalinitelerinin (kristal boyu ve/veya kristal yapısındaki bozukluklar) incelenmesi de mümkün olabilmektedir (LeGeros, 1967; Simpson, 1972; Young, 1974; Nandi ve Sen Gupta, 1975; Langford ve ark., 1993).

Kristal yapı içerisindeki iyonların farklı boyuttaki yabancı bir iyonla yer değiştirmesi kristal ağ parametrelerinde değişikliğe neden olduğundan, birim hücrede XRD analizi ile belirlenebilen boyut değişikliklerini değerlendirerek apatitin kimyasal yapısı hakkında bilgi edinmek mümkün olabilmektedir (Trautz, 1955; Wheeler ve Lewis, 1977). Bu nedenle; XRD analizlerinin, yapısal farklılıkların ortaya çıkartılması için gerekli bir yöntem olduğu görülmektedir (Trautz, 1955). Ancak XRD analizleri ile kristalin atomik kompozisyonu hakkında bilgi edinmek mümkün olmakla birlikte moleküler kompozisyon hakkında yeterli bilgi elde edilemediğinden (Simpson, 1972; De Mul ve ark., 1986) spektroskopik tekniklere gereksinim duyulmuştur (Young, 1974).

Spektroskopik teknikler içinde en iyi bilinen ve en çok kullanılanı infrared spektroskopisidir (IR). IR analiz yöntemi ile elde edilen infrared spektrumu, bir materyali oluşturan atomlar arasındaki bağların titreşim frekanslarının oluşturduğu absorpsiyon bantları ile o materyali tanımlamaktadır. Her materyalin atomik kombinasyonu diğerinden farklı olduğu için her bileşiğin infrared spektrumu da kendine özel olup materyal için bir nevi parmak izi oluşturmaktadır. Bu nedenle, infrared spektroskopi yöntemi ile materyallerin türünü ayırt etmek mümkün olabilmektedir. Spektrumdaki piklerin boyutları da doğrudan pikin ait olduğu atom grubunun materyal içindeki miktarını göstermektedir. Günümüzde IR analizi, bilgisayar yazılım desteği sayesinde kristallerin kantitatif analizinde kullanılabilecek güvenilir bir yöntem haline gelmiştir (Nishino ve ark., 1981; Nelson ve Barry, 1989; Tsuda ve Arends, 1997).

Infrared spektroskopisinin bazı dezavantajlarının giderilmesiyle geliştirilmiş olan fourier–transform infrared spektroskopisi (FT–IR) ise, IR spektroskopisine göre tarama hızı ve duyarlılığı fazla, kullanımı basit ve iç kalibrasyon özelliği olan bir yöntemdir. FT–IR spektroskopisi bu özellikleri ile herhangi bir örneğin yapısının tanımlanmasında güvenilir bir analiz yöntemi olarak kullanılmaktadır (Wentrup-Byrne ve ark., 1997; Thermo Nicolet Corporation, 2001).

Atomların pozisyonlarında ortaya çıkan değişiklikler enerji seviyesini de değiştireceği için spektroskopik teknikler atomik pozisyonlar hakkında da fikir verebilirler (Young, 1974). Mine dokusundaki iyonların pozisyonlarındaki değişikliklere paralel olarak absorpsiyon bantlarında da değişiklik meydana

geldiğinden, IR ve FT–IR spektroskopisi ile absorpsiyon bantlarındaki değişikliklere bakarak belli bir iyon hakkında bilgi edinmek mümkün olabilmektedir (Elliott, 1973).

1.1.3.7. Minenin çözünürlüğü üzerinde karbonat iyonunun rolünün incelendiği çalışmalar

1.1.3.7.1. Sentetik apatitler kullanılarak yapılan çalışmalar

Apatit yapı içindeki karbonat iyonunun apatitin genel özellikleri üzerindeki etkisini inceleyebilmek için doğal ve biyolojik apatitlerin kullanılması mümkün değildir. Çünkü bu apatitlerin yapısında kalsiyum, fosfat ve karbonat iyonlarının yanı sıra kristal yapının saflığını bozan çok sayıda iyon bulunmaktadır (LeGeros ve ark., 1969). Bu nedenle sentetik apatitlerin kullanılması uygun görülmüş ancak sentetik HAP’lerin de biyolojik apatitlerin yapısına tam uymaması bunların biyolojik apatitlerin fizikokimyasal özelliklerinin tanımlanmasında kristal – yapı modeli olarak kullanılmasını kısıtlamıştır (Brown, 1966; Simpson, 1972; Elliott, 1973; Moreno ve Zahradnic, 1974; Aoba ve Moreno, 1984; Aoba, 2004). Zira; mine, dentin ve kemikteki biyolojik apatitler aslında “kalsiyumdan eksik karbonat apatit”tir (Meyer ve Fowler, 1982). Bu nedenle, sentetik karbonat apatitlerin kimyasal özelliklerinin biyolojik apatitlerinkine çok daha yakın olduğu görülmüştür (Budz ve ark., 1987; Ellies ve ark., 1988; Aoba, 1997). Dolayısı ile apatitin kristal yapısı içerisine giren saflık bozucular ile mineralize dokularda bulunan kalsiyum fosfat fazının kimyasal reaktivitesi arasındaki ilişkinin anlaşılması için sentetik karbonat apatitlerin daha kullanışlı bir model oldukları kabul edilmiştir (Nelson ve ark., 1983; Featherstone ve ark., 1983; Budz ve ark., 1987; Nelson ve Barry, 1989; Nelson ve ark., 1989; Baig ve ark., 1996).

LeGeroz ve arkadaşları (1964), karbonat iyonunun apatit yapıda meydana getirdiği değişiklikleri incelemek amacıyla sentetik karbonat apatitler üzerinde yaptıkları bir çalışmada; XRD analizine göre, karbonat iyonu içeriğinin artmasına bağlı olarak birim hücrenin a–ekseninde daralma, c–ekseninde ise çok az bir uzama olduğunu gözlemişlerdir. Ancak apatit yapısına giren karbonat iyonunun kristal ağ içerisinde yer değiştirdiği iyon göre a ve c-eksen boyutlarının farklı şekilde

değiştirdiği, fosfat iyonundan küçük olduğu için düzlemsel karbonat iyonunun tetrahedral fosfat iyonu ile yer değiştirdiği durumlarda birim hücrenin a ekseninde daralma meydana geldiği, hidroksil iyonundan ise daha geniş olduğu için hidroksil iyonu ile yer değiştirdiği durumlarda da birim hücrenin a ekseninde genişlemeye neden olduğu görülmüştür.

Young (1974), Blumenthal ve arkadaşları (1975), serum proteinleri ile karbonat iyonlarının HAP oluşumundaki rolünü ve HAP'ın özellikleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında; serum proteinlerinin HAP kristalizasyonunu geciktirdiğini fakat inhibe etmediğini, karbonat iyonlarının ise şekil, boyut ve yük düzeyi bakımından hidroksil ve fosfat iyonlarından farklı olduğunu ve bu nedenle HAP yapısına girdiğinde önemli derecede distorsiyona neden olduğunu, bu distorsiyonların kristal yapının düzenini bozarak simetrisini değiştirdiğini dolayısı ile kristal yapıyı zayıflattığını gözlemişlerdir.

Okazaki ve arkadaşları (1981) karbonat iyonu miktarının karbonat apatitlerin çözünürlüğü üzerindeki etkisini ve bu apatitlerin kristaliniteleri ile çözünürlükleri arasındaki ilişkiyi XRD, IR ve kimyasal analiz yöntemi ile inceledikleri çalışmalarında; karbonat iyonu miktarı düşük ve 80 derecede sentezlenmiş olan apatitlerin iyi kristalize olduğunu, 60 ile 40 derecede sentezlenmiş ve karbonat iyonu miktarı yüksek olan apatitlerin ise kötü kristalize olduğunu gözlemişlerdir. Kimyasal analizlerde ise, karbonat iyonu miktarındaki artışa bağlı olarak fosfat iyonu miktarındaki azalmanın kalsiyum iyonundaki azalmaya göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Çözünürlüklerine bakıldığında, her üç sıcaklıkta sentezlenen karbonat apatitlerde karbonat iyonu miktarındaki artışla birlikte kristalin çözünürlüğünün de arttığı dolayısı ile karbonat apatitlerin çözünürlüklerindeki artışın kristalinitedeki azalma ile uyumlu olduğu bulunmuştur.

Nelson ve arkadaşlarının (1982), insan diş minesi, dentini ve kemiğinin yanı sıra sentetik apatitlerin de kristal bozukluklarını inceledikleri bir çalışmada; kristallografik düzlemdeki kimyasal bağlar zayıfladıkça kristaldeki bozulmanın daha fazla olduğunu gözlemişlerdir. Karbonatlı ve karbonatsız sentetik apatitler ile yapılan karşılaştırmalarda ise, karbonat iyonunun kristal yapının hem c-ekseni hem de a-

ekseninde bozulmaya neden olduğu, flor iyonunun ise karbonat iyonunun aksine kristaliniteyi arttırdığı görülmüştür.

Featherstone ve arkadaşları (1983) kristal reaktivitesinin, mine çözünürlüğünün önemli bir belirleyicisi olmasından yola çıkarak stronsiyum ve/veya flor bulunan ortamda sentezledikleri karbonat apatitlerin asit reaktivitesini XRD, IR ve kimyasal analiz yöntemleri ile inceleyerek, kristal reaktivitesinin apatitin yapı ve kimyasal kompozisyonu ile olan ilişkisini ortaya koymayı amaçladıkları çalışmalarında, karbonat iyonunun kristal yapıya katılması ile apatitin asit reaktivitesinin kesin olarak arttığını ancak stronsiyum/flor kombinasyonunun reaktiviteyi düşürdüğünü gözlemişlerdir. XRD analizleri ise kristalinitedeki artışın asit reaktivitesindeki azalma ile uyumlu olduğunu, karbonat iyonu miktarı yüksek olan apatitlerde stronsiyum/flor kombinasyonunun kristaliniteyi arttırdığını ve bunun da asit reaktivitesindeki azalma ile uyumlu olduğunu göstermişlerdir.

LeGeroz ve Tung (1983) da flor ve karbonat iyonlarının sentetik apatitlerin kimyasal stabilitesi üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında; sentezlenen tüm apatitlerde karbonat iyonunun fosfat iyonu ile yer değiştirmiş olduğunu ve karbonat iyonu bulunmayan örneklerle karşılaştırıldığında karbonat apatitlerde kristal yapının birim hücre a ekseninde kısalma, c-ekseninde ise uzama olduğunu gözlemişlerdir. Yapıya karbonat iyonu ile birlikte flor iyonu katıldığında ise, a-ekseni boyutunda belirgin bir değişiklik meydana gelmediğini, bunun flor iyonunun, karbonat iyonunun a-ekseni üzerindeki etkisini tamponladığı anlamına geldiğini ancak c-ekseni boyutundaki değişikliğin flor iyonundan etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Çözünme özelliklerine bakıldığında ise, karbonat apatitlerin daha fazla çözündüğü ancak çözünme miktarının tekrarlanan asit uygulamalarında giderek azaldığı bulunmuştur. Kristal yapıya karbonat iyonu ile birlikte flor iyonu katıldığı takdirde apatitlerin çözünmesinin engellediği ve apatitin çözünme miktarının karbonat iyonu miktarı ile doğru orantılı flor iyonu miktarı ile ters orantılı olduğu gözlenmiştir (LeGeros ve Tung, 1983).

Buna göre; kariojenik koşullar altında karbonat iyonundan zengin, flor iyonundan fakir yüzey altı minesinin daha hızlı çözündüğü ve çözünen iyonların flor iyonundan zengin, karbonat iyonundan fakir apatitler şeklinde minenin en dış

tabakasında yeniden çökeldiği (remineralizasyon) anlaşılmıştır. Böylece, minedeki karbonat ve flor iyonlarının, çözünmenin boyutu ve derinliğini etkileyerek yüzey altı demineralizasyon ve çürük oluşumunda rol oynayan önemli parametreler oldukları ve flor iyonunun apatitin kimyasal stabilitesi üzerindeki asıl etkisinin karbonat iyonunun etkisini minimize etmek olduğu sonucuna varılmıştır (LeGeros ve Tung, 1983).

Okazaki (1983), florlu karbonat apatitlerde flor ve karbonat iyonları arasındaki ilişkiyi ve apatitin çözünmesi üzerindeki etkilerini XRD ve IR spektroskopisi ile inceledikleri çalışmalarında; karbonat iyonu miktarındaki artışın florlu karbonat apatitlerin a-ekseninde kısaltmaya yol açtığını ve a-eksenindeki bu kontraksiyonun karbonatın fosfat ile yer değiştirmesinden kaynaklandığını, flor iyonunun karbonat iyonundan bağımsız olarak apatit yapıya girdiğini ve hidroksil iyonu ile yer değiştirdiğini gözlemişlerdir.

Bodz ve arkadaşları (1987) insan minesini ile HAP ve karbonat apatitin çözünme özelliklerini karşılaştırarak çözünme modeli olarak kullanışlı bir mine örneği oluşturmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada; mükemmel olmasa da, stoichiometric hidroksiapatite göre karbonat hidroksiapatitlerin minenin çözünme şekline daha yakın olduğunu belirlemişlerdir.

Ellies ve arkadaşları (1988) karbonat iyonu miktarı mineninkine benzeyen sentetik karbonat apatitlerin XRD, IR spektroskopi yöntemi ile yapılan değerlendirmelerinde; sentetik karbonat apatitlerin kristallografik yapısının stoichiometric HAP'a göre daha bozuk olduğunu gözlemişler, kimyasal analiz sonuçlarına göre karbonat apatitlerdeki Ca/P oranının 1,67' den büyük olmasını ise Ca iyonunun fazla olmasından ziyade karbonat iyonunun kristal yapı içerisinde fosfat ile yer değiştirmesi sonucu P iyonunun azalmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Vignoles ve arkadaşları (1988) sentetik olarak hazırladıkları karbonat apatitleri XRD, IR spektroskopisi ve kimyasal analiz yöntemleri inceleyerek karbonat iyonunun kristal yapı içerisindeki pozisyonunu araştırdıkları çalışmalarında; ortamdaki karbonat iyonu içeriğinin az olduğu durumlarda karbonat iyonlarının hidroksil gruplarının bulunduğu Tip A bölgesini tercih ettiğini, karbonat iyonu

miktarının artması ile fosfat iyonlarının bulunduğu Tip B bölgesine yerleşen karbonat iyonu miktarının daha fazla olduğunu gözlemişlerdir.

Shimoda ve arkadaşları (1990) ise sentetik apatitlerde; apatit yapıya giren karbonat iyonu miktarının apatitin çökeldiği solüsyondaki karbonat iyonu miktarı ile doğru orantılı olarak arttığını, nötral pH ortamında $\text{Ca}/(\text{P} + \text{CO}_3)$ oranının daha düşük bulunduğunu, apatit yapıya giren flor iyonu miktarının nötral pH'da daha fazla olduğunu ancak bunun karbonat iyonu miktarını etkilemediğini gözlemişlerdir.

Beshah ve arkadaşları (1990) çözünürlüğü yüksek ^{13}C ve ^1H NMR tekniklerini kullanarak sentetik ve biyolojik apatitlerdeki hidroksil ve karbonat iyonlarının pozisyonlarını inceleyerek, mine minerallerinde Tip A ve Tip B karbonat iyonlarından başka üçüncü bir karbonat iyonu bölgesinin bulunduğunu ve stabil durumda olmayan bu karbonat iyonunun kristalin yüzeyi üzerinde veya kristalin içerisinde olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Baig ve arkadaşları (1996) 3 farklı ısıda sentezlenen ve karbonat iyonu miktarları farklı olan apatitlerin fiziksel ve kimyasal yapılarını XRD ve IR spektroskopi sonuçlarına göre değerlendirdikleri çalışmalarında, karbonat iyonu miktarının artması ve sentez ısısının düşmesine bağlı olarak karbonat apatitlerin kristalinitesinde azalma olduğunu, karbonat iyonu miktarındaki artışa bağlı olarak Ca/P oranının da arttığını ancak bu artışın karbonat iyonu ile yer değiştiren fosfat iyon konsantrasyonundaki azalmadan kaynaklandığını ve karbonat apatitlerin çözünürlüğünün apatit yapısına giren karbonat iyonu miktarındaki artışa ve/veya kristalinitesindeki azalmaya bağlı olarak arttığını belirtmişlerdir.

Barralet ve arkları (1998) da, sentetik olarak çökeltile HAP kristallerinin şekil ve boyutunun hem sentez ısı ile hem de ortamdaki karbonat iyonu konsantrasyonu ile kontrol edilebileceğini ve kristalin birim hücre parametrelerindeki değişikliklerin iyonların yer değiştirme tiplerine göre belirlendiğini gözlemişlerdir. Nitekim; karbonat iyonunun Tip A bölgesindeki hidroksil iyonu ile yer değiştirdiği durumlarda kristalin birim hücre c eksenı kısıılırken a ekseninde uzama meydana geldiği, Tip B bölgesindeki fosfat iyonu ile yer değiştirdiği durumlarda ise tam tersinin ortaya çıktığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, karbonat iyonu miktarının düşük olduğu durumlarda, birim hücre a ekseninde uzama olduğu, karbonat iyonu

miktarındaki artışa bağlı olarak a ekseninde kısalma olduğu fark edilmiştir. Nitekim; XRD ve FTIR sonuçları da, karbonat iyonu miktarı düşük olduğu takdirde karbonat iyonunun kristal yapı içinde Tip A ve Tip B pozisyonlarına yerleştiğini, karbonat iyonu miktarının fazla olduğu koşullarda ise karbonat iyonlarının çoğunlukla Tip B pozisyonunu tercih ettiğini göstermişlerdir.

Baig ve arkadaşları (1999) karbonat iyonlarının apatit yapısında neden olduğu bozukluklar ile kristal boyutu üzerindeki etkisini ayırt ederek her iki değişikliğin kristalin çözünmesini ne oranda etkilediğini belirlemek amacıyla farklı ısılarda sentezlenmiş karbonat iyonu miktarı farklı olan sentetik karbonat apatitlerin XRD analizlerini yaparak, apatit yapıda karbonat iyonu miktarının artması ve sentez ısının azalması ile birlikte çözünürlüğün arttığını ancak çözünürlüğün gerçekte kristal boyutlarındaki değişikliklerden ziyade kristal yapıdaki bozukluklardan kaynaklandığını gözlemişlerdir.

Laboratuvar ortamında sentetik karbonat apatit kullanılarak yapılan bu çalışmalarda; apatit kristalinin yapısına giren karbonat iyonu miktarındaki çok küçük bir artışın bile apatitin kristal ağ parametrelerini (a ve c-eksen boyutu) değiştirdiği, kristalinitede azalmaya neden olduğu, kristal yapıda defektlerin artmasına yol açtığı, kristalin morfolojisini değiştirdiği ve bunun apatit kristalinin stabilitesini azaltarak çözünürlüğünü arttırdığı hatta karbonat iyonunun kristal yapıyı terk ederken kalsiyum ve fosfat iyonlarının da apatit yapıdan uzaklaşmasına neden olarak kristal yapının bozulmasına yol açtığı gözlemlendiğinden (Little, 1961; LeGeros ve ark., 1967; Ingram, 1972; David ve ark., 1974; Brown, 1974; Weatherell ve ark., 1974; Patel ve Brown, 1975; Okazaki ve ark., 1981; LeGeros, 1981; Nelson ve ark., 1982; Nelson ve ark., 1983; Nelson ve ark., 1989; Lammers ve ark., 1992; Shellis, 1996; Baig ve ark., 1999; Hicks ve ark., 2004-a) karbonat iyon miktarındaki artışın minenin asitlere karşı daha duyarlı hale gelmesine neden olduğu sonucuna varılmıştır (Nelson ve ark., 1982; Featherstone ve ark., 1983; Nelson ve ark., 1983; LeGeros ve Tung, 1983; LeGeros ve ark., 1983; Ellies ve ark., 1988; Nelson ve ark., 1989; Shimoda ve ark., 1990; Baig ve ark., 1996; Baig ve ark., 1999; Aoba, 2004). Bu durum, mine apatit yapısı içerisindeki karbonat iyonunun bireysel bir faktör olarak minenin çözünürlüğünü etkileyebileceği düşüncesini ön plana çıkarmıştır (Brown, 1966; Simpson, 1972; Elliott, 1973; Elliott ve ark., 1973; Moreno ve Zahradnic, 1974;

Marshall ve Lawless, 1981; LeGeros, 1981; Aoba ve Moreno, 1984; Moreno ve Aoba, 1991; Aoba, 2004).

1.1.3.7.2. Biyolojik apatitlerin kullanıldığı çalışmalar

Brudevold'un (1948) sürmüş ve sürmemiş daimi diş minelerinin çözünürlüğünü incelediği bir çalışmada; dişlerin yüzey çözünürlükleri arasında anlamlı bir fark olmadığı ancak iç kısımlardaki çözünürlüğün dişler arasında farklı olduğu gözlenerek bunun dişin organik madde içeriğindeki farklılıktan kaynaklandığı ileri sürmüştür.

Mine çözünürlüğünün birçok faktörden etkilendiğini düşünen Ley ve arkadaşları (1956), süt ve sürekli dişlerin sağlam mine yüzeylerinin çözünürlük hızlarını karşılaştırdıkları bir çalışmada, süt dişi minesinin ortalama çözünürlük miktarının daimi diş minesinin çözünürlüğünden %10,4 daha fazla olduğunu bulmuş olmalarına karşın, aynı dişin farklı yüzey bölgelerinin çözünürlükleri arasında da fark olması nedeniyle bunun tek başına süt ve sürekli dişler arasındaki çürük insidansı farkını açıklayamayacağını belirtmişlerdir.

Coolidge ve Jacobs (1957), diş minesindeki "white spot" lezyonlarda yaptıkları bir çalışmada, lezyon bölgesindeki mineden karbonat iyonlarının kalsiyum ve fosfat iyonlarına göre çok daha hızlı çözündüğünü göstermişlerdir.

Sobel (1960), daha önce yapmış olduğu ve fosfat iyonundan zengin diyetle besledikleri hayvanların kemiklerindeki çözünür karbonat iyonu miktarının azaldığını ve kemiğin mineral kompozisyonu ile kan serumu ve diyet kompozisyonu arasında bir ilişki olduğunu dolayısı ile benzer bir ilişkinin dişte de olabileceğini belirterek diyetteki fosfat iyonu miktarına bağlı olarak diş çürüğü duyarlılığının değişebileceğini savunmuştur. Araştırmacı; yüksek fosfat iyonu içeriğinin kariostatik etkisi olabileceğini ve serumdaki karbonat/fosfat oranının diyetteki fosfat iyonu içeriğine bağlı olduğunu belirterek, fosfat iyonundan fakir diyetin çürük duyarlılığını arttırırken fosfat iyonundan zengin diyetin azaltabileceğini ileri sürmüştür.

Little (1961), toz haline getirilmiş mine örneklerinin asitte çözünürlüğünü incelediği çalışmada çürük lezyonunun ilerlemesi ile birlikte mineden öncelikle karbonat iyonlarının çözündüğünü göstermiştir.

Nikiforuk ve arkadaşları (1962), süt dişi minesindeki flor ve karbonat iyonu konsantrasyonları arasında belirgin bir ters ilişki olduğunu ve flor iyonlarının çürük azaltıcı etkisinin daha önceden bahsedildiği gibi florapatit oluşumundan ziyade, karbonat iyon miktarındaki azalmayla ortaya çıktığını ileri sürmüşlerdir.

LeGeros ve arkadaşları (1971), bazı eser elementlerin insan mine apatitleri ile sentetik apatitlerin kristallografik özellikleri (kristal birim hücre parametreleri, kristalinite, kristal boyut ve morfolojisi) üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, minenin stronsiyum iyonu miktarındaki artışa bağlı olarak kristalin birim hücresinin a ve c-eksenlerinde uzama olduğunu ancak minede stronsiyum iyonu ile birlikte flor iyonu da bulunduğu takdirde, kristalin birim hücre parametrelerine ait değerlerin daha düşük olduğunu gözlemişlerdir. Ortamda sadece flor iyonu bulunan solüsyonlardan elde edilen mine örneklerine ait değerlerin de stronsiyum iyonu katılmış mine örneklerine ait değerlere göre daha düşük olduğu bulunarak, stronsiyum ile flor iyonlarının birbirine zıt etki oluşturduğu ve bunun stronsiyum ile kalsiyum iyonunun, flor iyonu ile de hidroksil iyonunun yer değiştirmesinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. Ortamda karbonat iyonu ile stronsiyum iyonunun birlikte bulunduğu solüsyonlardan elde edilen apatitlerde ise, karbonat iyonu ile fosfat iyonunun yer değiştirmesine bağlı olarak bir daralma, stronsiyum iyonu ile kalsiyum iyonunun yer değiştirmesine bağlı olarak da genişleme olduğu görülmüştür.

Cutress (1972), sağlam mine yüzeyinin çözünürlüğü ve kompozisyonunu değerlendirdiği çalışmasında, mine çözünürlüğü bakımından bireyler arasında fark olduğunu ve süt dişi minesinin daimi diş minesinden daha fazla çözündüğünü gözlemiştir. Çözünürlüğün minenin kompozisyonu ile ilişkili olduğunu belirten araştırmacı, süt dişi minesindeki karbonat iyonu miktarının daha fazla olması nedeniyle çözünürlüğün sürekli dişlerdeki orana daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bunun yanı sıra; genetik, coğrafik ve beslenme alışkanlığındaki değişkenliklerin de çözünürlüğü büyük oranda etkilediğine dikkat çekilmiştir.

Hallsworth ve arkadaşları (1973) da çürük nedeniyle minede doku kaybı görülen kısımlardaki karbonat iyonu miktarının, lezyona komşu olan sağlam minenin karbonat iyonu miktarından daha az olduğunu gözleyerek bunun çürük nedeniyle

ortamdan ilk önce karbonat iyonunun çözünerek uzaklaştığı anlamına geldiğini ifade etmişlerdir.

Weatherel ve arkadaşlarının (1974) mine yapısında görülen kimyasal farklılıkların çürük lezyonun ilerlemesini etkileyebileceğini, karbonat ve magnezyum iyonundan zengin olan mine kısımlarının asitler karşısında öncelikle çözündüğünü ancak çözünen bu minerallerin bir kısmının yeniden çökerek farklı kimyasal kompozisyona sahip ve muhtemelen daha az çözünür kristaller oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Besic ve arkadaşlarının (1975) çürüğe dirençli ve duyarlı mine örneklerinin kristal yapı özellikleri ile minedeki atom çeşitleri ve bunların konsantrasyonunu inceledikleri çalışmalarında; kalsiyum ve fosfor iyonu miktarlarının aside dirençli dişlerde daha fazla olduğunu (yaklaşık %20 oranında), karbon, hidrojen ve oksijenin ise aside duyarlı dişlerde daha fazla olduğunu gözlemişlerdir. Buna göre; aside dirençli olan dişlerde kalsiyum / fosfor oranının daha fazla olduğu, organik materyal içeriğinin ise daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

LeGeros ve Suga (1980) balık dişleri ve sentetik apatitlerde yaptıkları bir çalışmada, flor iyonunun apatit yapı üzerindeki etkisini inceleyerek flor iyonu miktarındaki artışa bağlı olarak kristalin birim hücresinin a-ekseninde azalma olduğunu ancak c-ekseni boyutlarında bir farklılık gözlenmediğini belirtmişlerdir. IR spektrum değerlendirmelerinde ise, flor iyonu miktarı yüksek olan balık minelerinde karbonat iyonu miktarının daha düşük olduğu gözlenmiştir. XRD analizlerinde, flor iyonu miktarındaki artışa bağlı olarak kristallerin kristalinitesinin arttığı anlaşılmıştır. Karbonat iyonunun ise tam ters etki oluşturduğu ve kristal yapıda flor iyonu bulunduğu takdirde karbonat iyonu gibi kristalin saflığını bozan iyonların ve elementlerin apatit yapıya girişinin azaldığı dolayısı ile kristalizasyonun arttığı düşünülmüştür.

Cevc ve arkadaşları (1980) minenin organik ve inorganik komponentlerinin, çürük duyarlılığı bakımından dişler arasında gözlenen farklılıklar üzerindeki rolünü değerlendirdikleri bir çalışmada; elektron spin rezonans analiz sonuçlarına göre mine kristallerinin oryantasyonunu incelemişler ve dış minedeki kristallerin oral çevrenin zararlı etkenlerine karşı optimal direnç sağlayacak şekilde organize olduklarını ancak

minenin daha iç kısımlarındaki kristallerin daha geniş bir alanda rastgele oryante olduklarını gözlemişlerdir. Buna göre; rastgele oryante olan bu kristallerin çürüğe karşı direncinin daha az olabileceğine dikkat çekmişlerdir. Ayrıca çürüğe duyarlı olan dişlerde, kristallerin organizasyonunun kötü olduğunu ve kristallerde çok sayıda karbonat iyonu defekti bulunduğunu belirterek diş minesinin HAP kristal dizisinde gözlenen bu farklılıkların genetik veya beslenme alışkanlıklarına bağlı olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Tyler ve arkadaşları (1982) flor düzeyi farklı olan bölgelerden alınan süt dişleri arasında ya da aynı bölgeden gelen süt ve sürekli dişler arasında lezyon oluşum hızı yönünden fark olup olmadığını inceledikleri bir çalışmada, flor düzeyi farklı olan bölgelerden gelen süt dişlerinin mine yüzeyindeki flor iyonu miktarının farklı olduğunu ancak lezyon derinliklerinin farklı olmadığını gözlemişlerdir. Lezyon oluşum hızları bakımından değerlendirildiğinde ise, süt dişlerindeki lezyon oluşum hızının sürekli dişlerdekine oranla belirgin şekilde daha fazla olduğu görülmüştür. Buna göre; lezyon oluşumunda mine yüzeyindeki flor iyonu miktarından ziyade minenin çözünürlüğünün daha etkili olduğu ayrıca süt dişleri ile daimi dişler arasında çürük derinliği bakımından gözlenen farkın ise süt dişlerinin daimi dişlerden daha az yoğun ve daha poröz olması ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Shellis (1984) yaptığı in vitro bir çalışmada, çürük benzeri lezyonların daimi dişlere göre süt dişlerinde daha hızlı oluştuğunu, süt dişlerinde oluşturulan lezyonların derinliklerinin daimi dişlere göre daha fazla olduğunu zira süt dişi minesindeki porözitelerin asitlerin doku içine sızmasını kolaylaştırdığını gözlemiştir. Nitekim süt dişlerinde interprizmatik alanda kristal oryantasyonu bozuk olan kısımların fazla olması ve kristal oryantasyonundaki değişiklikler nedeniyle prizmalar arasında boşluklar bulunması, süt dişlerinde porözitenin artmasına ve sürekli dişlere oranla çürüğe karşı daha duyarlı olmasına yol açmaktadır. Araştırmacı bu bilgilere dayanarak, bireyler arasında ve simetrik dişler arasında çürük duyarlılığı bakımından ortaya çıkan farklılıkların dişlerin yapısal özelliklerinin birbirinden farklı olmasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Elliott ve arkadaşları (1985) infrared absorpsiyon spektrumunda insan mine örneklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, minedeki toplam karbonat iyonunun

sadece %11' inin Tip A pozisyonunda, geriye kalan kısmın ise Tip B pozisyonunda bulunduğunu göstermişlerdir.

Budz ve arkadaşları (1988), HAP ve insan mine apatitinin çözünürlüklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında; insan minesinin çözünme hızında bir süre sonra büyük bir yavaşlama olduğunu gözleyerek karbonat iyonu miktarı yüksek olan bazı kristallerin başlangıçta hızla çözüldüğünü fakat sonra çözünen mine yüzeyi üzerine çözünürlüğü daha az olan flor iyonlarının çökmesi sonucu veya çözünme reaksiyonu sırasında ortamda bulunan organik materyallerin etkisiyle çözünmenin baskılandığını belirtmişlerdir.

Lammers ve arkadaşları (1992) sığır dişleri üzerinde yaptıkları bir çalışmada ortamda flor iyonu, karbonat iyonu ve ikisi birlikte bulunduğu takdirde bunun remineralizasyon süreci içinde minenin sekonder demineralizasyonu üzerindeki etkisini araştırmışlar ve minenin remineralizasyonu sırasında ortamda flor iyonu bulunduğu sekonder demineralizasyonun yavaşladığını gözlemişlerdir. Remineralizasyon süresince ortamda karbonat iyonu bulunduğu takdirde ise minenin asit ataklarına karşı direncinin azaldığı, her iki iyonun birlikte bulunduğu durumda da bu iki iyonun birbirini etkilediği görülmüştür.

Shellis (1996) minenin iç kısmındaki interprizmatik minerallerin daha fazla çözüldüğünü belirterek magnezyum ve karbonat iyonu gibi kristal ağırlık stabilitesini azaltan bileşenlerin mine–dentin sınırına doğru miktarlarının giderek arttığına ve prizma çevresinde biriken magnezyum ve karbonat iyonlarının bu bölgelerde defektli ve çözünürlüğü fazla bir apatit yapı oluşumuna yol açtığına dikkat çekmiştir.

Sonju Clasen ve Ruyter (1997), çürüğün süt dişlerinde daimi dişlere göre daha hızlı ilerlemesine dayanarak süt ve daimi dişlerde Tip A ve Tip B karbonat iyonu miktarını ve oranlarını inceledikleri çalışmalarında; süt dişi minesinde hidroksil pozisyonundaki (Tip A) karbonat iyonu miktarının daimi diş minesine göre daha fazla olduğu, karbonatın hangi pozisyonda olursa olsun HAP yapısında bir bozulmaya neden olduğu ancak hidroksil iyonu ile yer değiştirdiği zaman ortaya çıkan kimyasal-yapısal değişikliklerin fosfat pozisyonundaki karbonat iyonunun neden olduğu değişikliklere göre daha fazla olduğu dolayısı ile Tip A karbonatın Tip B'ye göre kristal yapıyı daha fazla bozduğu gözlenmiştir.

Tucker ve arkadaşları (1998) mine çözünürlüğünün dişler arasında ve yüzeyler arasında farklılık göstermesine dayanarak, yapısal farklılıkların minenin çözünürlüğü üzerindeki etkisini incelemek amacıyla maksiller ve mandibular dişlerin farklı yüzeylerinin asit karşısındaki çözünürlüklerini kantitatif olarak değerlendirdikleri çalışmalarında; lingual ve bukkal yüzeylerle farklı diş grupları arasında ve mandibuler/maksiler dişler arasında çözünme oranları bakımından fark bulunduğunu ve her bir çenedeki dişlerin lingual/palatinal yüzeylerinin bukkal/labial yüzeylere göre aside karşı daha duyarlı olduğunu hatta aynı diş grubu içindeki dişler arasında dahi çözünürlük bakımından fark olduğunu gözlemişlerdir. Araştırmacılar, dişler arasında ortaya çıkan bu farkın, gerek gelişim döneminde gerekse sürme sonrasında minenin kompozisyonu ve yapısında ortaya çıkan değişikliklerden kaynaklandığını ve bunun minenin karbonat iyonu miktarı ile ilişkili olduğunu belirterek asit duyarlılığının diş çürüğünün oluşumunda önemli faktörlerden biri olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Bohic ve arkadaşlarının (1998), FT-IR mikrospektroskopisi yardımıyla kalsifiye dokuların patofizyolojisini inceledikleri bir çalışmada, osteogenezis imperfektalı bireylerin dişlerinde karbonat iyonu miktarının arttığı ve mine kristallerinin yapısal özelliklerinin bozulduğu gözlenmiştir.

Anderson ve Elliott (2000) çürük lezyonların ilerleme hızını inceledikleri çalışmalarında; mine yüzeyinde yatay ve dikey doğrultudaki demineralizasyon hızının hemen hemen sabit olduğunu, mine-dentin sınırına yaklaştıkça dikey yöndeki demineralizasyon hızının %10-25 oranında arttığını ancak yatay yönde herhangi bir değişiklik görülmediğini belirtmişlerdir.

Cuy ve arkadaşları (2002) sağlam mine örneklerinin mekanik ve kimyasal özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında; mikroprobe teknikleri ile minenin kimyasal yapısını, elektron mikroskobu ile de mikro yapısını inceleyerek mine sertliğinin yüzeyden mine-dentin sınırına doğru giderek azaldığını ve bunun minenin kimyasal yapısı ile prizmaların oryantasyonundan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Biyolojik apatitlerin kullanıldığı bu çalışmalarda da, minenin oluşumu sırasında yapısına katılan karbonat iyonunun minenin kimyasal stabilitesini ve fiziksel yapısını etkileyerek çözünürlüğünü arttırdığı ve asitler karşısında diş

minesinde bulunan mineraller içinde ilk çözünen iyon grubunun karbonatlar olduğu gösterilmiştir (Coolidge ve Jacobs, 1957; Little, 1961; Weatherell ve ark., 1968; Hallsworth ve ark., 1973; LeGeros, 1981; LeGeros ve Tung, 1983; Budz ve ark., 1988; Mayer ve ark., 1988; Sydney-Zax ve ark., 1991; Cuy ve ark., 2002; Aoba, 2004). Bunun yanı sıra, sürekli dişlerle karşılaştırıldığında süt dişi minesinin asitler karşısında daha hızlı çözündüğü ve demineralizasyon hızının mine yüzeyinden mine-dentin sınırına doğru arttığı (Brudevold, 1948; Besic ve Wiemann, 1972; Wiemann ve Besic, 1973; Brown, 1974; Anderson ve Elliott, 2000) dolayısı ile süt dişlerinde sürekli dişlerdeki oranla daha derin lezyonlar oluştuğu gözlenerek (Volker, 1940; Brudevold, 1948; Ley ve ark., 1956; Bruszt, 1959; Tyler ve ark., 1982; Shellis, 1984; Wilson ve Beynon, 1989) bu durumun karbonat iyonu miktarının süt dişlerinde daimi dişlere göre daha fazla olmasından (Cutress, 1972; Tyler ve ark., 1982; LeGeros ve LeGeros, 1983; Wilson ve Beynon, 1989) ve karbonat iyonu miktarının da mine yüzeyinden mine-dentin sınırına doğru giderek artmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Weatherell ve ark., 1968; Weatherell ve ark., 1974; Theuns ve ark., 1986; LeGeros ve ark., 1996; Wentrup-Byrne ve ark., 1997). Ayrıca, olgunlaşmasını tamamlamamış mineye göre olgun minenin asitlere karşı daha dirençli olduğu ve bunun minenin olgunlaşmasıyla beraber demineralizasyon ve remineralizasyon döngüsü içerisinde yapısındaki karbonat iyonu miktarının azalmasına bağlı olabileceği ileri sürülerek (Brudevold, 1948; Aoba, 1997; Simmer ve Hu, 2001) mine apatit kristalinin çözünmesinde karbonat iyonunun rolü olduğu görüşüne birçok açıdan destek verilmiştir.

Son 50 yıl içerisinde yapılan bu çalışmaların sonuçları; minenin kristal yapı özelliklerinin, minenin çözünmesini etkileyen bireysel bir faktör olarak çürük etiyojisinde önemli rol oynayabileceğini göstermektedir. Bu bilgiler ışığı altında, çalışmamızda; çürüğe duyarlı ve çürüğe dirençli çocuklardan elde edilen süt dişlerine ait mine örneklerinde kristal yapı içine giren karbonat iyonu miktarını araştırarak bireyin diş çürüğüne yatkınlığını belirleyen yapısal farklılıkları incelemeyi ve gelişim aşamasında diş minesinin stabilitesini arttırarak asitler karşısındaki çözünürlüğünü azaltan ve çürük gelişimini engelleyen koruyucu tedavilerin işlevini tartışmayı amaçladık.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Denek Seçimi

Araştırma, Kırıkkale ili Merkez ilçeye bağlı Aşağı ve Yukarı Mahmutlar Köyü'nde yaşayan çocukları kapsamaktadır. Bu çocukların öğretim gördüğü Aşağı Mahmutlar ve Yukarı Mahmutlar İlköğretim okulları ile Hüseyin Kahya Yatılı Bölge Okulu'ndan 6-16 yaş arasındaki 613 çocuğun ailesine sosyo-kültürel ve ekonomik durumlarını belirlemek üzere Bacanlı (2004) tarafından araştırmanın yapılacağı bölge için özel olarak hazırlanmış Sosyo Ekonomik Durum Değerlendirme Formu (EK:1) ile aile bireylerinin doğum yeri, ikametgah bilgileri, ebeveynlerin eğitim düzeyi, diş fırçalama alışkanlığı ve çocuklarda ağız-diş sağlığını etkileyecek uygulama, davranış biçimi ve alışkanlıkları belirlemek üzere ikinci bir anket formu (EK:2) dağıtılmıştır.

Sosyo Ekonomik Durum Değerlendirme Formu'na verilen cevaplar Bacanlı'nın (2004) sosyo ekonomik durum ölçeğine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede, her cevap için ayrı bir puan verilmekte ve toplam puana göre 6-14 puan aralığı düşük sosyo ekonomik durum, 15-23 puan aralığı orta sosyo ekonomik durum ve 24-32 puan aralığı ise yüksek sosyo ekonomik durum olarak tanımlanmaktadır.

Her iki anket formundan elde edilen bilgiler doğrultusunda, sosyo ekonomik durumu düşük, doğma-büyüme o bölgede yaşayan ve ağız-diş sağlığını etkileyecek uygulama, davranış ve alışkanlıkları bakımından birbirine benzer ailelerden gelen 305'i erkek, 267'si kız olmak üzere toplam 572 çocuk çalışma gurubunu oluşturmak üzere denek olarak araştırma kapsamına alınmıştır.

2.2. İçme suyu flor düzeyinin belirlenmesi

Araştırmanın yapılacağı bölgedeki içme suyu flor düzeyinin belirlenmesi için önerildiği şekilde içme suyu örnekleri alınmış ve Maden Tetkik ve Araştırma Enstitüsü Araştırma Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir.

2.3. Eğitim ve Kalibrasyon Çalışması

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlediği kriterlere göre (WHO, 1997) çürüğü tanımlamak amacıyla A.Ü.Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim dalı kliniğine başvuran hastalar arasından rastgele seçilen 50 kişi üzerinde ön çalışma yapılmış ve aynı anabilim dalından bir öğretim üyesi ile kalibrasyon sağlanarak sonuçlar kappa testi ile değerlendirilmiştir.

2.4. Çalışma Alanının Belirlenmesi ve Ağız İçi Muayene Koşulları

Çalışma grubunu oluşturmak üzere araştırma kapsamına alınan çocukların 572 çocuğun 245'i Aşağı Mahmutlar İlköğretim okuluna, 77'si Yukarı Mahmutlar İlköğretim okuluna, 250'si ise Hüseyin Kahya Yatılı Bölge okuluna kayıtlı olduğundan her üç okul çalışma alanı olarak kullanılmıştır. Buna göre; çocukların ağız içi muayeneleri Aşağı Mahmutlar ve Yukarı Mahmutlar İlköğretim Okullarında dersliklerdeki sıralar üzerinde, Hüseyin Kahya Yatılı Bölge İlköğretim Okulu'nda ise okul revirindeki muayene masası üzerinde WHO (1997) tarafından önerildiği şekilde yatar pozisyonda ve masa lambası ışığı altında ayna–sond yardımıyla yapılmış ve DMFT indeksi ile oral hijyen, maloklüzyon, mine opasiteleri ve hipoplaziler WHO tarafından belirlenmiş olan kodlama sistemi kullanılarak muayene formuna işaretlenmiştir.

2.5. Çalışma Grubunun oluşturulması ve Diş Örneklerinin Elde Edilmesi

Ağız içi muayenesi tamamlanan 572 çocuk arasından, sistemik rahatsızlığı bulunmayan ve alt süt ikinci azı dişlerinden en az biri çürüksüz olan 183 çocuk seçilerek çalışma grubu oluşturulmuştur. Bu çocukların, klinik muayenede çürüksüz olduğu belirlenen alt süt ikinci azı dişlerinden taşınabilir dijital röntgen cihazı (DX 3000, Dexcowin Co. Ltd., Korea) ile 0,3 sn ışınlama süresi içinde bite–wing ve periapikal radyografiler (Kodak Dental E speed İntraoral Film, Eastman Kodak Company, USA) alınarak, dişlerde klinik olarak fark edilemeyen bir aproksimal çürük olup olmadığı ve fizyolojik kök rezorpsiyonunun durumu değerlendirilmiştir. Radyografiler diğer çocuklardan uzakta boş bir oda içinde çocuğa kurşun önlük ve

kurşun yakalılık giydirilerek alınmıştır. Klinik muayene ve radyografik değerlendirmeler sonunda 17'si kız ve 20'si erkek olmak üzere toplam 37 çocukta (yaş ortalaması 12), çürüksüz olduğu belirlenen ve rezorbsiyonun kök boyunun 2/3'ünden daha fazla olmasına (Rodd ve ark., 2006) göre düşme zamanı gelen 34 diş aynı seansta, 16 diş de 3 ay sonra olmak üzere toplam 50 diş Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Hastalıkları Cerrahisi Anabilim Dalı'nda lokal anestezi (Ultracain D-S Ampul, Avensis, Türkiye) uygulanarak çekilmiştir. Çocukların çürük durumu WHO tarafından önerildiği üzere DMFT indeksi kullanılarak belirlenmiş ve $DMFT = 0-3$ olan çocuklar çürüğe dirençli, $DMFT \geq 4$ olan çocuklar ise çürüğe duyarlı olarak tanımlanmıştır. (WHO, 2003; Bratthall, 2005; Bratthall, 2000; Burchell ve ark., 1991).

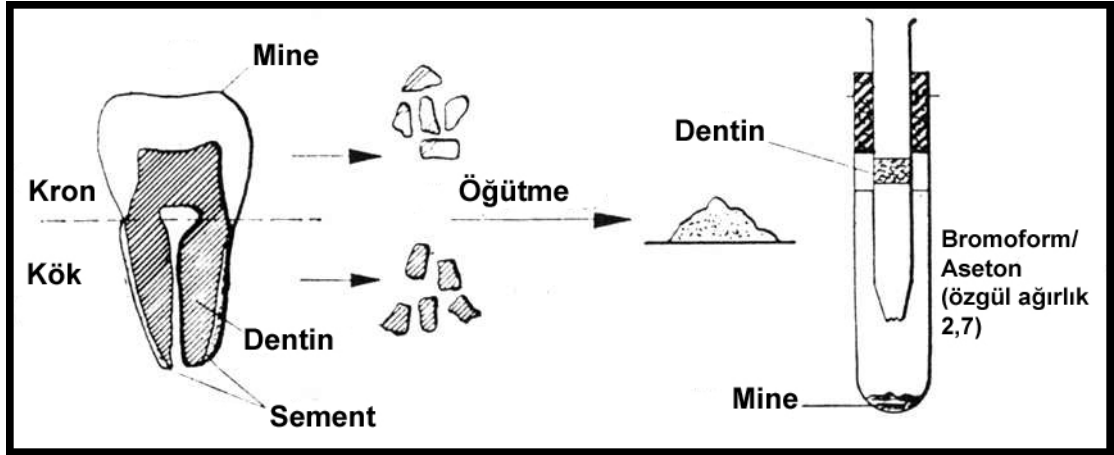
Çekilen dişler, özel bölmeli kutularda Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesine getirilmiş, üzerlerindeki artıklar düşük devirli tur (mikromotor) kullanılarak serum fizyolojik (Biofarma İlaç Sanayi, İstanbul, Türkiye) ve pomza (İşler Dental A.Ş., İstanbul, Türkiye) yardımı ile temizlendikten sonra büyüteç altında incelenerek diş minesi üzerinde çürük tanımına uyan herhangi bir renkleşme ya da lezyon bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

2.6. Mine Örneklerinin Hazırlanması ve Minenin Ayırıştırılması

Temizlenen ve çürük olup olmadığı bakımından kontrol edilen dişlerin kron ve kökleri mine-sement sınırından kesilerek ayrılmış, koronal pulpa artıkları elmas ront frez ve yüksek devirli/su soğutmalı tur yardımıyla uzaklaştırıldıktan sonra her diş 60 mesh'lik elekten (Endecotts LTD. London, England) geçebilecek incelikte toz haline gelinceye kadar özel bir havanda (Agate mortar, International Crystal Laboratories, USA) ayrı ayrı öğütülmüştür. Bu işlemden sonra mine ve dentin tozu içeren örneklerin her biri ayrı bir eppendorf tüpüne yerleştirilerek tüplerin üzerine örnek numarası, örneğin alındığı kişinin adı soyadı ve dişin hangi yarım çeneden alındığı kaydedilmiştir.

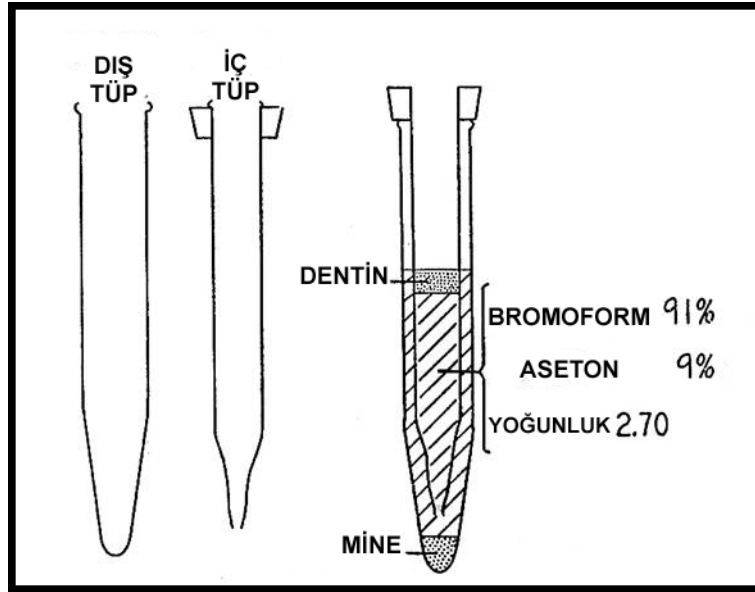
Bu örneklerden saf minenin ayırıştırılması için Manly-Hodge yüzdürme tekniği kullanılmıştır. Teknik, çözücü özelliğe sahip olmayan ve özgül ağırlığı mine ile dentinin özgül ağırlıkları arasında olan bir sıvı içerisinde bu toz örneklerin

santrifüj edilmesi esasına dayanmaktadır. Buna göre; özgül ağırlığı 2,4 olan dentin, solüsyonun üst kısmında toplanırken 2,92 özgül ağırlığa sahip mine parçaları dibe çökerek dentin parçalarından ayrılabilir (Şekil 2.1.). Bu şekilde diş tozunun kimyasal yapısında değişiklik oluşturmada ve çok az bir örnek kaybı ile %99 saflıkta mine toz örneği elde edilebilmektedir (Manly ve Hodge, 1939; Lazzari, 1976).



Şekil 2.1. Mine örneklerinin hazırlanması ve minenin ayrıştırılması (Manly ve Hodge, 1939)

Minenin ayrıştırılması işleminde, santrifüj sırasında örnek üzerinde daha fazla basınç oluşmasını sağlamak üzere özel olarak tasarlanmış bir ayrıştırma tüpü (İldam Cam, Ankara, Türkiye) kullanılır (Şekil 2.2.). Ayrıştırma tüpü iki kısımdan oluşmaktadır. Dış tüp standart bir santrifüj tüpü olup içinde ayrıca ucu delik bir iç tüp bulunur. İç tüp, dış tüpün içine tam oturmayıp altında 1 cm. lik boşluk bulunur. Önce, dış tüpün içine % 91 Bromoform (25 cc Bromoform, Fluka, USA) ile %9 Aseton (2,5 L Aseton, Merck, Germany) karışımı olan 8cc'lik bir ayrıştırma sıvısı konur. Bu sıvının özgül ağırlığı 2,7 olup araştırmacıların daha fazla saf mine elde edilebilmesi için önerdiği bir değerdir (Manly ve Hodge, 1939). Daha sonra bunun içine iç tüp yerleştirilerek öğütülmüş mine/dentin tozu bu iç tüpün içerisine konulur.



Şekil 2.2. Ayırıştırma tüpleri (Manly ve Hodge, 1939)

Bütün örnekler bu şekilde hazırlandıktan sonra santrifüj cihazına (Hettich–Universal 16, Germany) yerleştirilerek 2 dakika süre ile 2200 rpm’de santrifüj edilmiştir. Santrifüj tamamlandıktan sonra ayırıştırma tüplerinden iç tüpler çıkartılarak yoğunluk farkı nedeniyle iç tüp içerisinde kalan dentin dokusu ortamdan uzaklaştırılmış, daha sonra dış santrifüj tüpünün tabanında tortu şeklinde kalmış olan saf mine dokusu ayrı bir 15 cc’lik santrifüj tüpünde 3 kez aseton ile yıkandıktan sonra tüp içine carbon tetraklorit (Carbon Tetrachloride, Chromasolv, Sigma–Aldrich,USA) enjekte edilerek her örnek ayrı bir cam behere (İldam Cam,Ankara,Türkiye) alınmıştır. Cam beher içerisindeki mine örnekleri carbon tetraklorit tamamen buharlaşınca kadar etüvde 37 °C’de bekletilmiş ve örnekler soğuduktan sonra her biri yeni bir eppendorf tüpüne yerleştirilerek analiz için hazır duruma getirilmiştir (Manly ve Hodge, 1939).

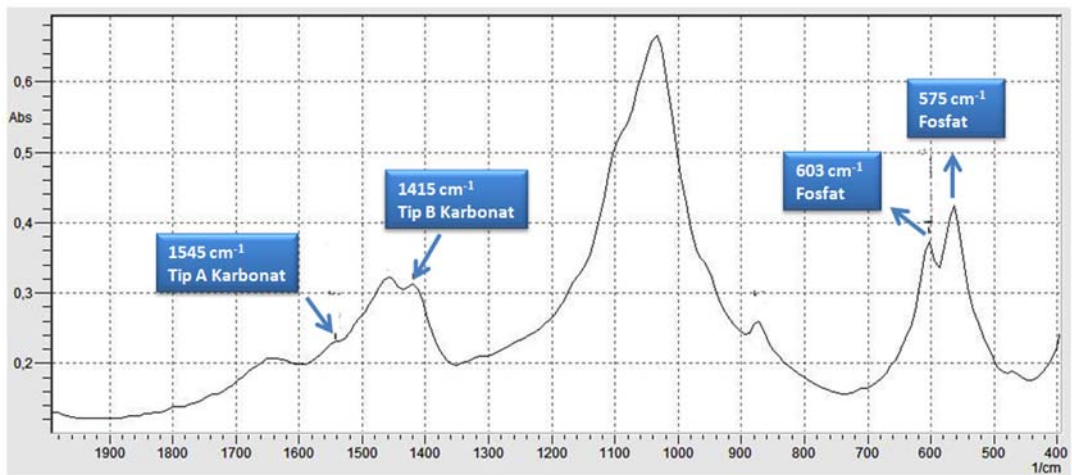
2.7. Mine örneklerinin analizi

Toz haldeki mine örnekleri A.Ü. Kimya Mühendisliği Bölümü’nde Fourier–Transform İnfrared Spektroskopisi (FT-IR) ve A.Ü. Bilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde X–Ray Diffraction (XRD) analiz yöntemi ile incelenmiştir.

2.7.1. Fourier – transform infrared spektroskopisi (FT – IR) analizi

FTIR–8400S cihazı (Shimadzu Corporation, Japan) ile toz haldeki mine örneklerinin fourier transform infrared (FT–IR) spektrumları elde edilmiştir. Örnekler, spektroskopi araştırmaları için üretilen KBr (Art. No. 4907, lot No. 832 B936907, Merck) ile 1gr/300gr oranında karıştırıldıktan sonra 8000 kg'lık basınç altında vakumlanarak 13 mm çapında pelletler haline getirilmiş ve 2 cm^{-1} çözünürlükte 400–4000 cm^{-1} aralığında 32 tekrar yapılarak taranmıştır. Cihazın okuduğu dalga numaraları periyodik olarak polystyrene bir standart ile kontrol edilmiş, FT–IR spektrumunda piklerin belirlenmesi ve hesaplamalar için ise Shimadzu IR solution programı (Shimatzu Corporation, Japan) kullanılmıştır.

Mine örneklerinin Tip A karbonat iyonu miktarı FT–IR spektrumundaki (Şekil 2.3) 1545 cm^{-1} karbonat piki absorpsiyonunun 603 cm^{-1} fosfat pikinin absorpsiyonuna oranından, Tip B karbonat iyonu miktarı ise 1415 cm^{-1} karbonat piki absorpsiyonunun 603 cm^{-1} fosfat pikinin absorpsiyonuna oranından hesaplanmıştır. Minenin toplam karbonat miktarı da Tip A ve Tip B karbonat iyonu miktarının toplamı olarak verilmiştir (Birinci yöntem) (Sonju Clasen ve Ruyter, 1997). Toplam karbonat içeriği, 1415 cm^{-1} karbonat piki 575 cm^{-1} fosfat piki değerleri üzerinden de hesaplanarak karbonat içeriği için elde edilen değerlerin doğruluğu kontrol edilmiştir (İkinci yöntem) (Şekil 2.3.) (Featherstone ve ark., 1984).

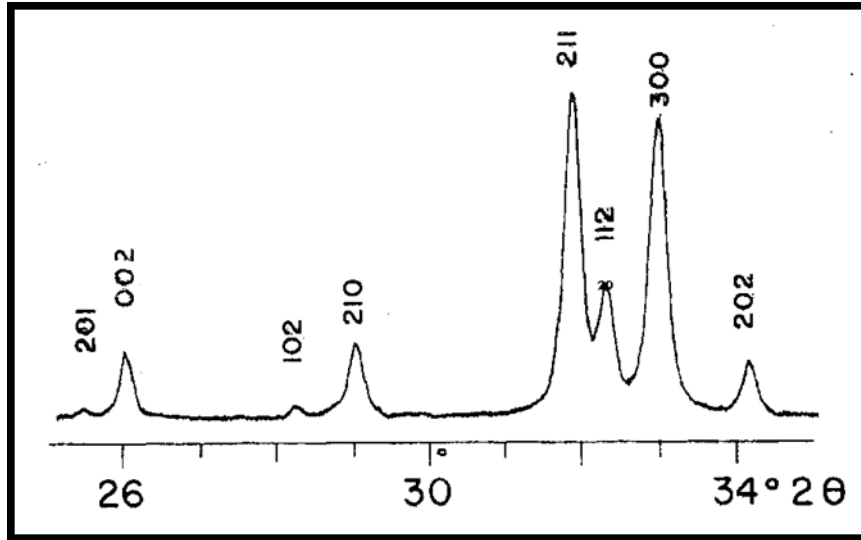


Şekil 2.3. Karbonat iyon miktarının hesaplanmasında kullanılan FT-IR karbonat ve fosfat pikleri

2.7.2. X-ray diffraction (XRD) analizi

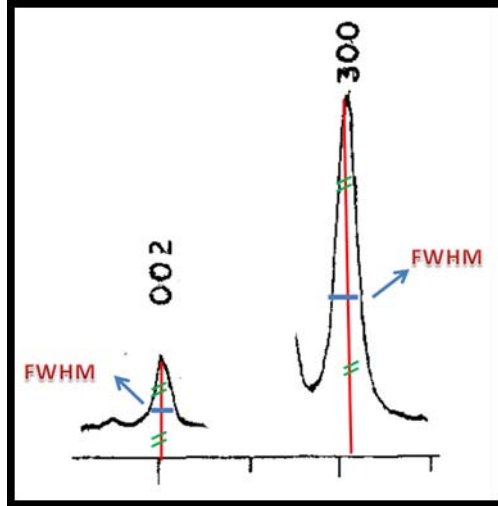
Mine örnekleri Rigaku D/Max-2200/PC Model XRD cihazı ile analiz edilmiştir. Cihazın Cu kaynaklı X ışını tüpü ve ani sıcaklık değişimlerini kontrol eden bir su soğutucusu vardır. Ölçüm sırasında 40 kV ve 30 mA bir X ışını hızlandırıcısı kullanılmıştır. Ölçüm aralığı (2θ) 200-700 olarak seçilmiş ve bu seçilen ölçüm aralığında 0,02 derecelik adımlarla ölçüm yapılmıştır. İnternal standardizasyon için ise silisyum kullanılmıştır.

Yapılan ölçümler sonunda örneklerin XRD desenleri Full Prof programı ile analiz edilmiş ve XRD desenleri üzerinden 002, 102, 210, 211, 112, 300, 202 piklerinden birim hücrenin a ve c-ekseni uzunlukları ile birim hücre hacmi hesaplanmıştır (Şekil 2.4.).



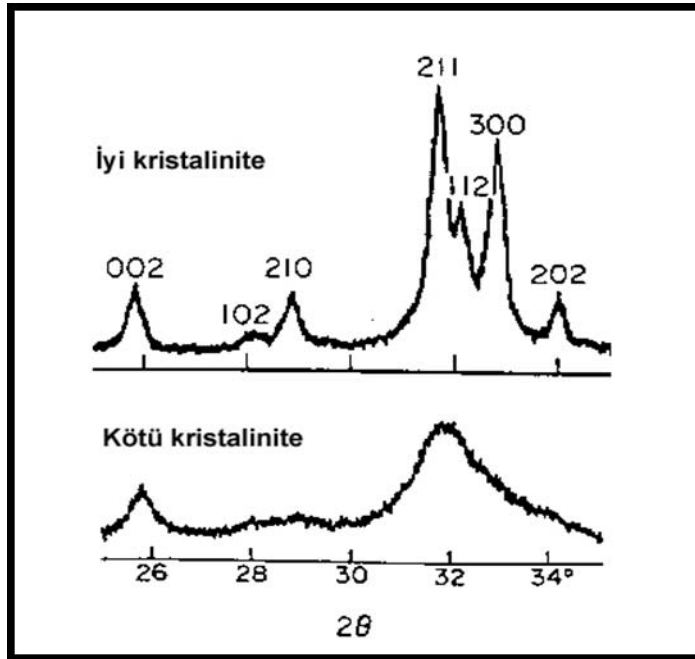
Şekil 2.4. Minenin XRD deseni ve XRD pikleri

Mine kristalin kristallinitesi (kristal boyutu ve/veya kristal yapısındaki bozukluklar) ise 002 ve 300 piklerinin full width at half maximum height (FWHM) değeri üzerinden hesaplanarak elde edilmiştir (Şekil 2.5.) (LeGeros, 1967; LeGeros ve ark., 1967; Termine ve Lundy, 1973; Grynypas ve ark., 1984; Nylen ve ark., 1963; Chickerur ve ark., 1980; Nishino ve ark., 1981; Pleshko ve ark., 1991; Grynypas ve ark., 1984; LeGeros, 1965; LeGeros ve ark., 1969; LeGeros ve Tung, 1983; Baig ve ark., 1999; Shimoda ve ark., 1990; Aoba ve Moreno, 1990; Nelson ve ark., 1989; Nelson, 1981).



Şekil 2.5. 002 ve 300 piklerinin FWHM’u

Buna göre; FWHM değeri büyük olan kristallerin kristalinite değeri daha büyük bulunur (kötü kristalinite), FWHM değeri küçük olan kristallerin kristalinite değeri ise daha küçük olur (iyi kristalinite) (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. İyi kristalinite ve kötü kristaliniteyi gösteren XRD desenleri

2.8. İstatistik analizi

Sonuçların istatistiksel analizi ODTÜ İstatistik Anabilim Dalı’nda ki kare ve t testi kullanılarak yapılmıştır.

2.9. Araştırma İzni ve Etik Kurul Raporu

Araştırmanın, Aşağı ve Yukarı Mahmutlar köyünde yaşayan çocukların devam ettiği Aşağı Mahmutlar ve Yukarı Mahmutlar İlköğretim Okulları ile Hüseyin Kahya Yatılı Bölge İlköğretim Okulu'nda yürütülmesi için gerekli onay Kırıkkale İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün 03.02.2006 Tarih ve B.08.4.MEM.4.71.00.03-561/1761 Sayılı yazısı ve Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığının 06.06.2006 tarih ve B.08.0.EGD.0.33.05.311-788/2515 sayılı yazısı ile alınmıştır.

Etik Kurul raporu ise Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu'ndan (91/3) alınmıştır. Aileler alışma hakkında bilgilendirilerek imzalı onam formu alındıktan sonra çocukların klinik ve radyografik muayeneleri yapılmış ve çekim endikasyonu olan dişler çekilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Denek Grubunun Özellikleri

Okullarda dağıtılan Sosyo Ekonomik Durum Değerlendirme Formuna (EK.1) verilen cevaplara göre 613 çocuktan 595'inin (%97,1) sosyo-ekonomik düzeyi düşük ailelerden geldiği, 18 çocuğun (%2,9) ise sosyo-ekonomik düzeyi orta olan ailelerden geldiği belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0,01$). Toplumun çoğunluğunu oluşturduğu için, sosyo-ekonomik düzeyi düşük ailelerden gelen 595 çocuğun ailesine ikinci anket formu dağıtılmış (EK.2) ve bu formdaki doğum yeri ile ikametgah bilgilerine ilişkin sorulara alınan cevaplardan 572 çocuğun hem kendisi hem de anne-babasının doğma-büyüme o bölgede yaşadığı belirlenmiştir. Kalan 23 çocuk, oluşturulacak çalışma grubunun standardizasyonunu sağlamak açısından araştırma dışında bırakılmışlardır.

Bunun yanı sıra, anket formunda ağız-diş sağlığını etkileyecek uygulama, davranış biçimi ve alışkanlıklarına ilişkin her soruyu her ebeveynin cevaplandırmadığı görülerek sorulara verilen cevaplar cevap veren kişi sayısı üzerinden değerlendirilmiş ve her soruya cevap veren kişi sayısı çizelgelerde ait olduğu soru grubu içinde gösterilmiştir.

Buna göre yapılan değerlendirmede, ebeveynlerin toplam olarak %90,7' sinin eğitim düzeyinin düşük olduğu ve %66,1'inin düzenli ağız temizliği yapmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Ebeveynlere ait anket sonuçları (* p < 0,01)

Gruplar		Anne n=469	Baba n=469	Gruplar	Anne n=469	Baba n=469	Toplam N=938
Eğitim Düzeyi	Öğrenim görmemiş	53 (%11,3)	22 (%4,7)	Düşük eğitim düzeyi	461 (%98,3)	390 (%83,2)	851 (%90,7)
	İlkokul	365 (%77,8)	237 (%50,5)				
	Ortaokul	43 (%9,2)	131 (%27,9)				
	Lise	6 (%1,3)	73 (%15,6)	Orta eğitim düzeyi	6 (%1,3)	73 (%15,5)	79 (%8,4)
	Üniversite	2 (%0,4)	6 (%1,3)	Yüksek eğitim düzeyi	2 (%0,4)	6 (%1,3)	8 (%0,9)
Diş Fırçalama	Hiç	86 (%18,3)	115 (%24,5)	Düzenli ağız temizliği yapmayanlar	305 (%65)	315 (%67,2)	620 (%66,1)
	Haftada 1 – 2	217 (%46,3)	200 (%42,7)				
	Günde bir kez	112 (%23,9)	101 (%21,5)	Düzenli ağız temizliği yapanlar	164 (%35)	154 (%32,8)	318 (%33,9)
	Günde ≥2	54 (%11,5)	53 (%11,3)				
Sağlık güvencesi	Emekli Sandığı	39 (%8,3)	51 (%10,9)	Sağlık güvencesi olanlar	253 (%53,9)	288 (%61,4)	541 (%57,7)
	SSK	131 (%27,9)	139 (%29,6)				
	Bağ-Kur	60 (%12,8)	69 (%14,7)				
	Yeşil kart	23 (%4,9)	29 (%6,2)				
	Yok	216 (%46,1)	181 (%38,6)	Sağlık güvencesi olmayanlar	216 (%46,1)	181 (%38,6)	397 (%42,3)

Çocuklarda ağız-diş sağlığını etkileyecek uygulama, davranış biçimi ve alışkanlıklar bakımından anket sorularına verilen cevaplar ise çizelge 3.2.'de verilmiştir

Çizelge 3.2. Çocuklara ait anket sonuçları (* p < 0,01)

Gruplar		N	Gruplar	N
Doğum sonrası beslenme şekli n=473	Anne sütü	206 (%43)	Anne sütü veya Anne sütü + inek sütü	356 (%75,2)
	Anne sütü + inek sütü	151 (%32,2)		
	İnek sütü	116 (%24,8)	İnek sütü	116 (%24,8)
Emzirme süresi n=473	< 6 ay	27 (%5,7)		
	6-12 ay	315 (%66,6)		
	> 12 ay	131 (%27,7)		
Biberon kullanma süresi n=267	< 1 sene	84 (%31,5)	1 seneden az	84 (%31,5)
	1-2 sene	76 (%28,5)	1 seneden fazla	183 (%68,5)
	> 2 sene	107 (%40)		
Şurup kullanımı n=473	Uzun süre sıklıkla kullanmış	332 (%70,2)	Uzun süre sıklıkla kullanmış	332 (%70,2)
	Kısa süreli ve nadiren kullanmış	141 (%29,8)	Kısa süreli ve nadiren kullanmış	141 (%29,8)
Öğün aralarında atıştırma alışkanlığı n=473	Atıştırma yapanlar	408 (%86,3)	Atıştırma yapanlar	408 (%86,3)
	Atıştırma yapmayanlar	65 (%13,7)	Atıştırma yapmayanlar	65 (%13,7)
Diş fırçalama sıklığı n=473	Hiç	37 (%7,8)	Düzenli ağız temizliği yapmayanlar	169 (%35,7)
	Haftada 1- 2 kez	132 (%27,9)		
	Günde 1 kez	181 (%38,3)	Düzenli ağız temizliği yapanlar	304 (%64,3)
	Günde ≥ 2 kez	123 (%26)		
Diş macunu kullanımı n=473	Kullanıyor	458 (%96,8)		
	Kullanmıyor	15 (%3,2)		
Florlu gargara n=473	Kullanıyor	12 (%2,5)	Florlu preparat kullananlar	19 (%4)
	Kullanmıyor	461 (%97,5)		
Flor tableti n=473	Kullanıyor	7 (%1,5)	Florlu preparat kullanmayanlar	454 (%96)
	Kullanmıyor	466 (%98,5)		
Diş hekimine gitme sıklığı n=473	Son bir yıl içinde	152 (%32,2)	Son bir yıl içinde	152 (%32,1)
	Bir yıldan daha önce	91 (%19,2)	Bir yıldan daha önce veya hiç	321 (% 67,9)
	Hiç gitmemiş	230 (%48,6)		
Diş hekimine gitme nedeni n=152	Diş çekimi	116 (%76,3)	Diş çekimi	116 (%76,3)
	Kontrol	31 (%20,4)	Diğer nedenler	36 (%23,7)
	Dolgu yaptırmak için	4 (%2,6)		
	Diğer nedenler	1 (%0,7)		

Buna göre; çocukların %75,2'sinin doğduktan sonra sadece anne sütü veya anne sütüne ek olarak inek sütüyle beslendiği ($p<0,01$), %66,6'sının 6-12 ay süreyle emzirildiği ($p<0,01$), %68,5'inin 1 yıldan fazla biberon kullandığı ($p<0,01$), %70,2'sinin sık aralıklarla uzun süre şurup şeklinde ilaç kullandığı ($p<0,01$), %86,3'ünün öğün aralarında atıştırma yaptığı ($p<0,01$), %64,3'ünün düzenli ağız temizliği yaptığı ($p<0,01$), %96,8'inin diş macunu kullandığı ($p<0,01$), %96'sının diş macunu dışında florlu preparat kullanmadığı ($p<0,01$), %67,9'unun son 1 yıl içinde diş hekimine gitmediği ($p<0,01$) ve gidenlerin de %76,3'ünün diş çekimi için gittiği görülmektedir ($p<0,01$).

3.2. Ağız İçi Muayene Sonuçları

Ağız içi muayenesinin WHO kriterlerine göre yapılabilmesini sağlamak üzere öğretim üyesi ile yapılan kalibrasyon çalışması sonucunun “mükemmel” (%89 uyum) olduğu gözlenmiştir.

Ağız içi muayene sonuçlarına göre, mine analizi yapmak üzere diş çekimi yapılan 37 çocuğun 17'sinde DMFT indeksinin 5,59 olduğu (çürüğe duyarlı), 20'sinde ise DMFT'nin 0,5 (çürüğe dirençli) olduğu ve her iki grubun DMFT indeksleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$). Bu çocukların ağız içi muayene bulguları çizelge 3.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların ağız içi muayene bulguları (* $p<0,01$
** $p>0,05$)

Ağız içi bulguları	Çürüğe duyarlı çocuklar (n=17)	Çürüğe dirençli çocuklar (n=20)
Maloklüzyon	-	-
Oral hijyen indeksi (OHI – S Plak İndeksi)	2,41 _____	2,02 _____
Mine opasitesi/hipoplazisi	10 (%58,8) _____	2 (%10) _____
Florozis	-	-

Buna göre; çürüğe duyarlı çocukların oral hijyen indeksinin 2,41, çürüğe dirençli çocuklarınki ise 2,02 olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$), mine opasitesi/hipoplazisinin ise çürüğe duyarlı çocuklarda çürüğe dirençli olanlardakine oranla daha fazla olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0,01$).

3.3. Çalışma Grubunun Özellikleri

Dağıtılan anket formlarına verilen cevaplardan, çürüğe duyarlı ve çürüğe dirençli gruptaki çocukların ailelerine ilişkin bilgiler çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların ebeveynlerine ilişkin bilgiler (** p>0,05)

Gruplar		Çürüğe duyarlı çocuklar			Çürüğe dirençli çocuklar		
		Anne n=17	Baba n=16	Toplam n=33	Anne n=19	Baba n=19	Toplam n=38
Eğitim durumu	Düşük eğitim düzeyi	17 (%100)	13 (%81,2)	30 (%90,9)	19 (%100)	16 (%84,2)	35 (%92,1)
	Orta eğitim düzeyi	-	3 (%18,8)	3 (%9,1)	-	3 (%15,8)	3 (%7,9)
	Yüksek eğitim düzeyi	-	-	-	-	-	-
Sağlık güvencesi	Sağlık güvencesi olanlar	8 (%47,1)	8 (%50)	16 (%48,5)	7 (36,8)	9 (%47,4)	16 (%42,1)
	Sağlık güvencesi olmayanlar	9 (%52,9)	8 (%50)	17 (%51,5)	12 (%63,2)	10 (%52,6)	22 (%57,9)
Dış fırçalama	Düzenli ağız temizliği yapanlar	8 (%47,1)	7 (%43,8)	15 (%45,5)	6 (%31,6)	4 (%21,1)	10 (%26,3)
	Düzenli ağız temizliği yapmayanlar	9 (%52,9)	9 (%56,2)	18 (%54,5)	13 (%68,4)	15 (%78,9)	28 (%73,7)

Buna göre, çürüğe duyarlı çocukların ebeveynlerinin %90,9'unun, çürüğe dirençli olanların ebeveynlerinin ise %92,1'inin eğitim düzeyinin düşük olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$); çürüğe duyarlı çocukların ebeveynlerinin %54,5'inin düzenli ağız temizliği yapmadığı, çürüğe dirençli olanların ebeveynlerinde ise bu oranın %73,7 olduğu ancak aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$).

Çürüğe duyarlı ve çürüğe dirençli gruptaki çocuklarda çürük gelişimi üzerinde rolü olduğu belirtilen diğer faktörlerle ağız-diş sağlığını etkileyecek uygulama, davranış biçimi ve alışkanlıklar bakımından anket sorularına verilen cevaplar ise çizelge 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Çürüğe duyarlı ve dirençli çocuklara ait anket sonuçları (* p<0,01 ** p>0,05)

Gruplar		Çürüğe duyarlı çocuklar (n=17)	Çürüğe dirençli çocuklar (n=20)
Doğum sonrası beslenme şekli	Anne sütü	8 ———— (%47,1)	** ———— 7 (%35)
	Anne sütü + Biberon	4 ———— (%23,5)	** ———— 7 (%35)
	Biberon	5 ———— (%29,4)	** ———— 6 (%30)
Emzirme süresi	< 6 ay	4 ———— (%23,5)	** ———— 3 (%15)
	6-12 ay	8 ———— (%47,1)	** ———— 12 (%60)
	>10 ay	5 ———— (%29,4)	** ———— 5 (%25)
Biberon kullanma süresi	1 seneden fazla	10 ———— (%58,8)	** ———— 13 (%65)
	1 seneden az	7 ———— (%41,2)	** ———— 7 (%35)
Şurup şeklinde ilaçların uzun süre sıklıkla kullanılması	Kullanmış	10 ———— (%58,8)	** ———— 13 (%65)
	Kullanmamış	7 ———— (%41,2)	** ———— 7 (%35)
Atıştırma şeklinde beslenme alışkanlığı	Yapıyor	14 ———— (%82,4)	** ———— 16 (%80)
	Yapmıyor	3 ———— (%17,6)	** ———— 4 (%20)
Diş fırçalama sıklığı	Düzenli	11 ———— (%64,7)	** ———— 13 (%65)
	Düzensiz	6 ———— (%35,3)	** ———— 7 (%35)
Diş macunu kullanımı	Kullanıyor	17 (%100)	20 (%100)
	Kullanmıyor	-	-
Florlu preparatların kullanımı	Kullanıyor	-	-
	Kullanmıyor	17 (%100)	20 (%100)
Diş hekimine gitme	Son 1 yıl içinde diş hekimine gidenler	10 ———— (%58,8)	* ———— 4 (%25)
	Son 1 yıl içinde diş hekimine gitmeyenler	7 ———— (%41,2)	* ———— 16 (%75)
Diş hekimine gitme nedeni	Diş çekimi	8 ———— (%80)	* ———— 1 (%25)
	Diğer nedenler	2 ———— (%20)	* ———— 3 (%75)

Buna göre; çürüğe duyarlı çocukların %70,6'sının, çürüğe dirençli çocukların ise %70'inin doğduktan sonra sadece anne sütü veya anne sütüne ek olarak inek sütüyle beslendiği ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$); çürüğe duyarlı çocukların %47,1'inin, çürüğe dirençli çocukların ise %60'ının 6-12 ay süreyle emzirildiği ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$); çürüğe duyarlı çocukların %58,8'inin, çürüğe dirençli çocukların ise %65'inin 1 yıldan fazla biberon kullandığı ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$); çürüğe duyarlı çocukların %58,8'inin, çürüğe dirençli çocukların ise %65'inin sık aralıklarla uzun süre şurup şeklinde ilaç kullandığı ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$); çürüğe duyarlı çocukların %82,4'ünün, çürüğe dirençli çocukların ise %80'inin öğün aralarında atıştırma yaptığı ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$); çürüğe duyarlı çocukların %64,7'sinin, çürüğe dirençli çocukların ise %65'inin düzenli ağız temizliği yaptığı ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$); çürüğe duyarlı ve çürüğe dirençli çocukların hepsinin diş macunu kullandığı ve hiçbirinin diş macunu dışında herhangi bir florlu preparat kullanmadığı, son 1 yıl içinde diş hekimine giden çürüğe duyarlı çocuk oranının %58,8, çürüğe dirençli çocuk oranının ise %25 olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0,01$); diş hekimine gitme nedeninin ise çürüğe duyarlı çocukların %80'inde, çürüğe dirençli çocukların ise %25'inde diş çekimi olduğu ve aradaki farkın yine istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0,01$).

3.4. Araştırmanın yapıldığı bölgenin içme suyu flor düzeyi

Araştırmanın yapıldığı Aşağı ve Yukarı Mahmutlar köylerinin içme suyu flor miktarı Maden Tetkik ve Araştırma Genel Müdürlüğü'nde yapılan analizlerle ölçülmüş ve Aşağı Mahmutlar köyü içme suyu flor miktarı 0,2 ppm, Yukarı Mahmutlar köyü içme suyu flor miktarı ise 0,3 ppm olarak belirlenmiştir (Rapor No: B.15.1.MTA.016.00.01/222-4/R)

3.5. Mine analiz sonuçları

Çürüğe duyarlı ve çürüğe dirençli olmak üzere toplam 37 çocuktan, düşme zamanı geldiği için çekimi yapılan 50 adet çürüksüz alt süt ikinci azı dişinin 21' çürüğe duyarlı, 29'u ise çürüğe dirençli gruptaki çocuklardan elde edilmiştir. Ancak, mine örneklerinin ayrıştırılması sırasında santrifüj aleti içerisinde cam tüpün patlaması nedeniyle 4 No.lu mine örneği kaybedildiği için çürüğe dirençli gruptaki değerlendirmeler 20 örnek üzerinden yapılmıştır.

3.5.1. Fourier–Transform İnfrared Spektroskopi (FT–IR) Analizi Sonuçları

Mine kristallerinin karbonat içeriği, FT–IR spektrumundaki karbonat bantlarının absorpsiyonları kullanılarak iki farklı yöntemle hesaplanmıştır. Birinci yöntemde kristal yapı içerisindeki hidroksil iyonu pozisyonundaki (Tip A) karbonat iyonu konsantrasyonu ile fosfat iyonu pozisyonundaki (Tip B) karbonat iyonu konsantrasyonu ayrı ayrı elde edilmiş; ikinci yöntemde, mine kristal yapısındaki toplam karbonat iyonu konsantrasyonu elde edilmiştir. Tüm sonuçlar çürüğe duyarlı çocuklar için çizelge 3.6.'da ve çürüğe dirençli çocuklar için çizelge 3.7'de verilmiştir.

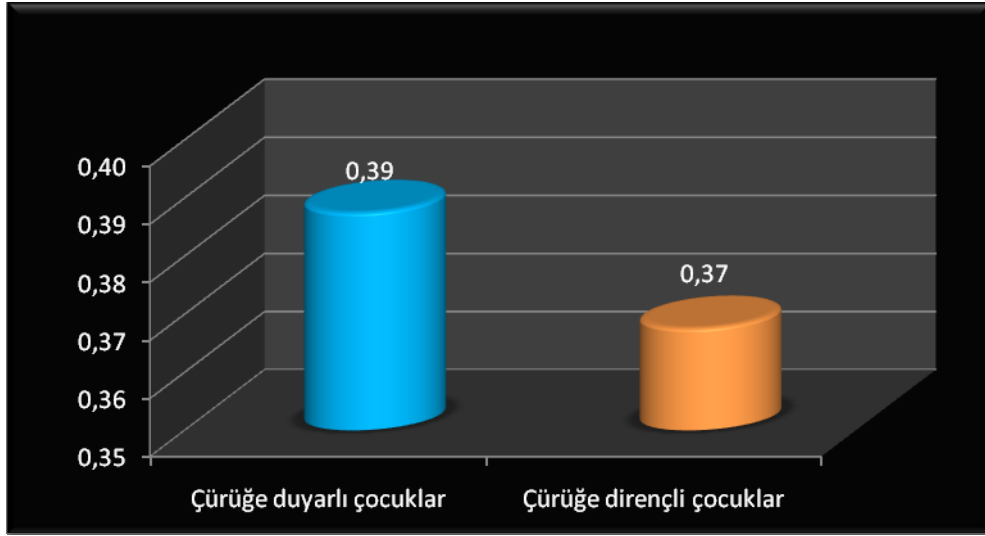
Çizelge 3.6. Çürüğe duyarlı çocuklara ait FT–IR analiz sonuçları

Örnek No	DMFT	Çocuk No	1. Yöntem Tip A Karbonat (%)	1. Yöntem Tip B Karbonat (%)	1. Yöntem Toplam Karbonat (%)	1. Yöntem Tip A / Tip B	2.Yöntem Toplam Karbonat (%)
1	5	2	0,371	3,215	3,586	0,1154	3,325
2	5	3	0,373	3,136	3,508	0,1188	3,322
3	6	4	0,387	3,169	3,556	0,1222	3,363
4	4	5	-	-	-	-	-
5	5	7	0,392	3,160	3,552	0,1241	3,244
6	5	7	0,389	3,180	3,570	0,1224	3,239
7	4	10	0,378	3,167	3,545	0,1195	3,334
8	7	12	0,393	3,238	3,631	0,1215	3,365
9	7	12	0,395	3,226	3,621	0,1224	3,361
10	5	14	0,396	3,231	3,627	0,1224	3,331
11	5	14	0,397	3,157	3,555	0,1259	3,306
12	8	16	0,402	3,254	3,657	0,1237	3,370
13	5	20	0,385	3,126	3,512	0,1233	3,281
14	5	21	0,370	3,197	3,566	0,1156	3,307
15	6	22	0,390	3,210	3,600	0,1216	3,354
16	6	24	0,395	3,123	3,518	0,1264	3,309
17	6	24	0,385	3,153	3,537	0,1221	3,334
18	6	28	0,386	3,256	3,642	0,1186	3,343
19	5	32	0,383	3,171	3,555	0,1208	3,243
20	6	35	0,393	3,031	3,424	0,1295	3,188
21	7	37	0,389	3,235	3,623	0,1202	3,314
ORTALAMA			0,388	3,182	3,569	0,1218	3,312

Çizelge 3.7. Çürüğe dirençli çocuklara ait FT-IR analiz sonuçları

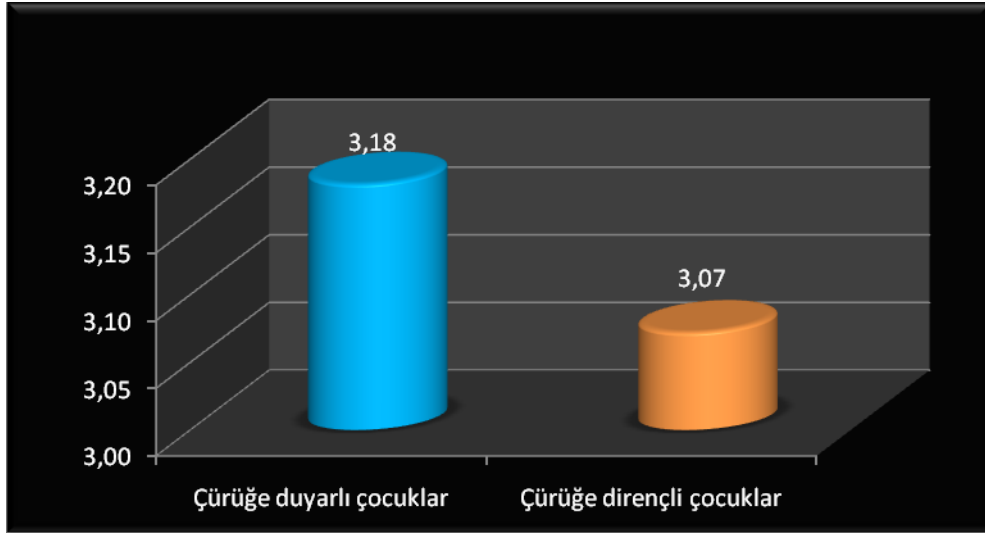
Örnek No	DMF T	Çocuk No	1. Yöntem Tip A Karbonat (%)	1. Yöntem Tip B Karbonat (%)	1. Yöntem Toplam Karbonat (%)	1. Yöntem Tip A / Tip B	2.Yöntem Toplam Karbonat (%)
1	0	1	0,356	3,061	3,416	0,1162	3,137
2	0	1	0,350	3,026	3,376	0,1157	3,178
3	0	6	0,379	3,111	3,490	0,1218	3,148
4	1	8	0,370	3,188	3,558	0,1159	3,217
5	1	8	0,377	3,128	3,505	0,1206	3,202
6	0	9	0,366	3,106	3,472	0,1178	3,122
7	0	9	0,368	3,110	3,479	0,1184	3,129
8	2	11	0,370	3,092	3,462	0,1196	3,154
9	2	11	0,368	3,079	3,447	0,1194	3,147
10	2	13	0,372	3,091	3,463	0,1204	3,213
11	2	13	0,373	3,084	3,458	0,1210	3,187
12	0	15	0,355	3,085	3,440	0,1149	3,127
13	0	17	0,364	3,022	3,386	0,1206	3,145
14	0	17	0,372	3,071	3,443	0,1212	3,181
15	0	18	0,378	3,084	3,462	0,1226	3,139
16	0	18	0,364	3,116	3,480	0,1170	3,152
17	2	19	0,367	3,134	3,501	0,1171	3,244
18	2	19	0,364	3,129	3,493	0,1162	3,242
19	1	23	0,366	2,998	3,364	0,1222	3,173
20	0	25	0,370	2,986	3,356	0,1239	3,125
21	0	26	0,368	3,091	3,459	0,1191	3,197
22	0	27	0,356	2,970	3,326	0,1197	3,183
23	2	29	0,372	3,223	3,595	0,1155	3,316
24	1	30	0,381	3,046	3,427	0,1253	3,170
25	0	31	0,363	3,073	3,436	0,1182	3,202
26	0	31	0,365	3,013	3,378	0,1213	3,192
27	0	33	0,369	2,981	3,351	0,1239	3,151
28	0	34	0,368	2,999	3,367	0,1227	3,189
29	0	36	0,368	2,998	3,366	0,1227	3,139
ORTALAMA			0,368	3,072	3,440	0,1197	3,176

Çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların mine örneklerinin FT-IR analiz sonuçları karşılaştırıldığında (1. Yöntem); çürüğe duyarlı çocuklardan alınan mine örneklerinde Tip A karbonat iyonu miktarının (ortalama olarak $0,39 \pm 0,0020$) çürüğe dirençli olanlardakine göre (ortalama olarak $0,37 \pm 0,0013$) istatistiksel olarak önemli düzeyde daha fazla olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Mine kristalinin Tip A karbonat iyonu miktarları (ortalama ağırlık %) (1. Yöntem)

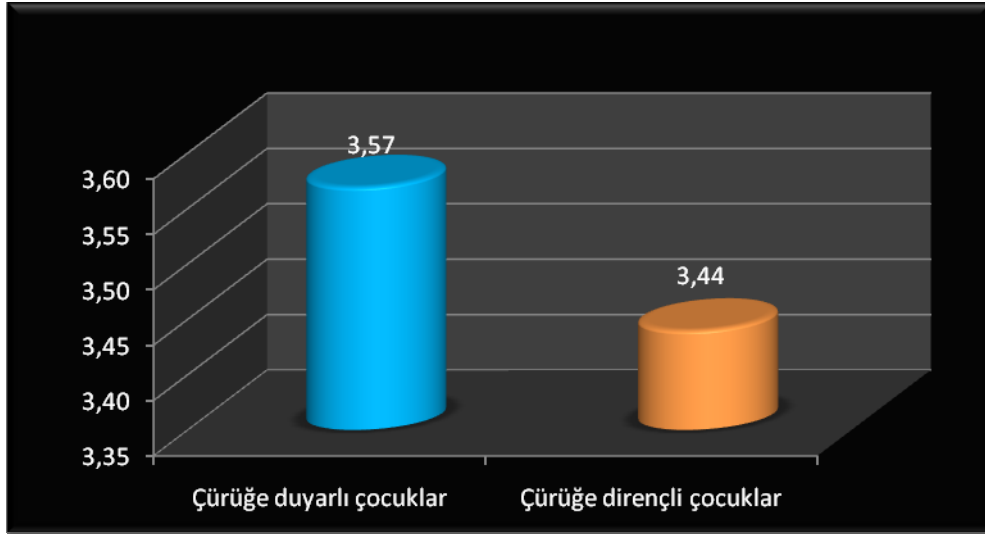
Çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların mine kristallerinin Tip B karbonat iyonu miktarları karşılaştırıldığında, çürüğe duyarlı çocuklardan alınan mine örneklerinde Tip B karbonat iyonu miktarının (ortalama olarak $3,18 \pm 0,012$) çürüğe dirençli olanlardakine (ortalama olarak $3,07 \pm 0,011$) göre istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Mine kristalinin Tip B karbonat iyonu miktarları (ortalama ağırlık %) (1. Yöntem)

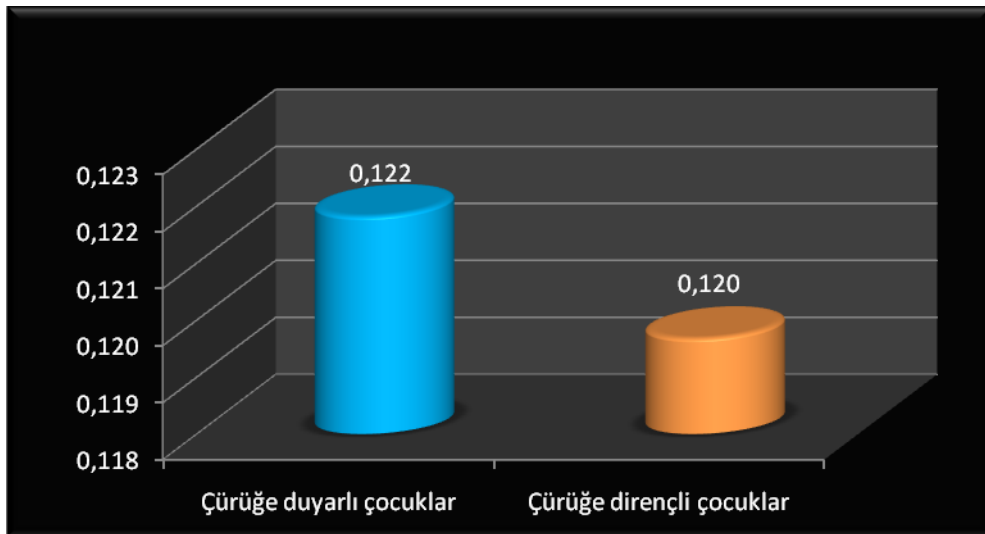
Çürüğe duyarlı ve dirençli çocuklarının mine kristallerinin toplam karbonat iyonu miktarları karşılaştırıldığında ise, çürüğe duyarlı çocukların mine örneklerinin

karbonat iyonu miktarının (ortalama olarak $3,57 \pm 0,013$) çürüğe dirençli olanlardakine (ortalama olarak $3,44 \pm 0,013$) göre istatistiksel olarak önemli düzeyde daha fazla olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.3.).



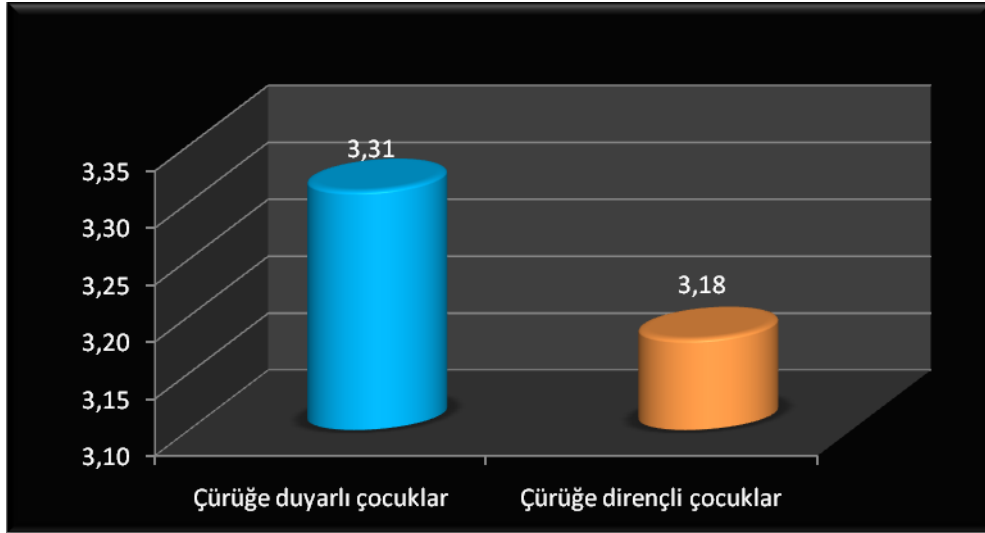
Şekil 3.3. Mine kristalinin toplam karbonat iyonu miktarları Tip A+Tip B (ortalama ağırlık %) (1. Yöntem)

Çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların mine kristallerinin Tip A / Tip B karbonat iyonu oranları karşılaştırıldığında, çürüğe duyarlı olan çocukların mine örneklerinde bu oranın (ortalama olarak $0,122 \pm 0,0076$) çürüğe dirençli (ortalama olarak $0,12 \pm 0,0053$) olanlardakine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde daha büyük olduğu gözlenmiştir ($p < 0,05$) (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Tip A / Tip B karbonat iyonu oranları (1. Yöntem)

Mine kristallerinin, 2. yöntemle hesaplanan toplam karbonat iyonu miktarları karşılaştırıldığında ise, çürüğe duyarlı çocukların mine örneklerinin toplam karbonat iyonu miktarının (ortalama olarak % $3,31 \pm 0,011$) çürüğe dirençli olanlardakine göre (ortalama olarak % $3,18 \pm 0,0081$) istatistiksel olarak önemli düzeyde daha fazla olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Mine kristalinin toplam karbonat iyonu miktarları (ortalama ağırlık %) (2. Yöntem)

3.5.2. X-ray diffraction (XRD) analizi sonuçları

XRD analiz sonuçları; mine örneklerinin birim hücre a ve c-ekseni uzunluklarını, c/a-ekseni uzunlukları oranını ve kristalin birim hücre hacmi ile kristallerin a ve c eksenine doğrultusundaki kristalinite değerlerini vermektedir. Elde edilen sonuçlar çürüğe duyarlı grup için çizelge 3.8.'de çürüğe dirençli grup için çizelge 3.9.'da gösterilmiştir.

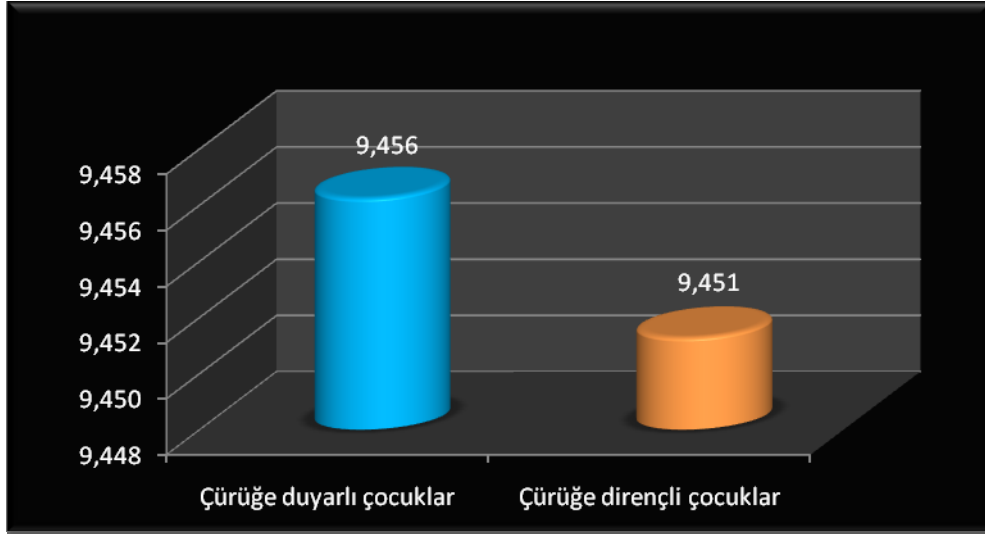
Çizelge 3.8. Çürüğe duyarlı çocuklara ait XRD analiz sonuçları

Örnek no	DMFT	Çocuk No	a-ekseni uzunluğu (Å)	c-ekseni uzunluğu (Å)	c / a oranı	Kristal birim hücre hacmi (Å ³)	a – eksen kristalinite değeri	c – eksen kristalinite değeri	c/a kristalinite oranı
1	5	2	9,455	6,879	0,7276	532,6	582	429	1,36
2	5	3	9,455	6,879	0,7276	532,6	583	427	1,37
3	6	4	9,456	6,878	0,7274	532,6	587	433	1,36
4	4	5	-	-	-	-	-	-	-
5	5	7	9,455	6,879	0,7276	532,6	586	434	1,35
6	5	7	9,454	6,880	0,7277	532,5	585	433	1,35
7	4	10	9,458	6,880	0,7274	533,0	583	429	1,36
8	7	12	9,458	6,880	0,7274	533,0	584	432	1,35
9	7	12	9,457	6,879	0,7274	532,8	582	431	1,35
10	5	14	9,457	6,879	0,7274	532,8	586	434	1,35
11	5	14	9,456	6,879	0,7275	532,7	585	433	1,35
12	8	16	9,458	6,880	0,7274	533,0	586	437	1,34
13	5	20	9,455	6,879	0,7276	532,6	583	428	1,36
14	5	21	9,457	6,880	0,7275	532,9	577	430	1,34
15	6	22	9,457	6,880	0,7275	532,9	580	432	1,34
16	6	24	9,458	6,879	0,7273	532,9	579	429	1,35
17	6	24	9,456	6,880	0,7276	532,8	580	430	1,35
18	6	28	9,454	6,880	0,7277	532,5	586	432	1,36
19	5	32	9,458	6,880	0,7274	533,0	581	428	1,36
20	6	35	9,454	6,881	0,7278	532,6	581	425	1,37
21	7	37	9,457	6,881	0,7276	532,9	586	435	1,35
ORTALAMA			9,456	6,880	0,7275	532,8	583	431	1,35

Çizelge 3.9. Çürüğe dirençli çocuklara ait XRD analiz sonuçları

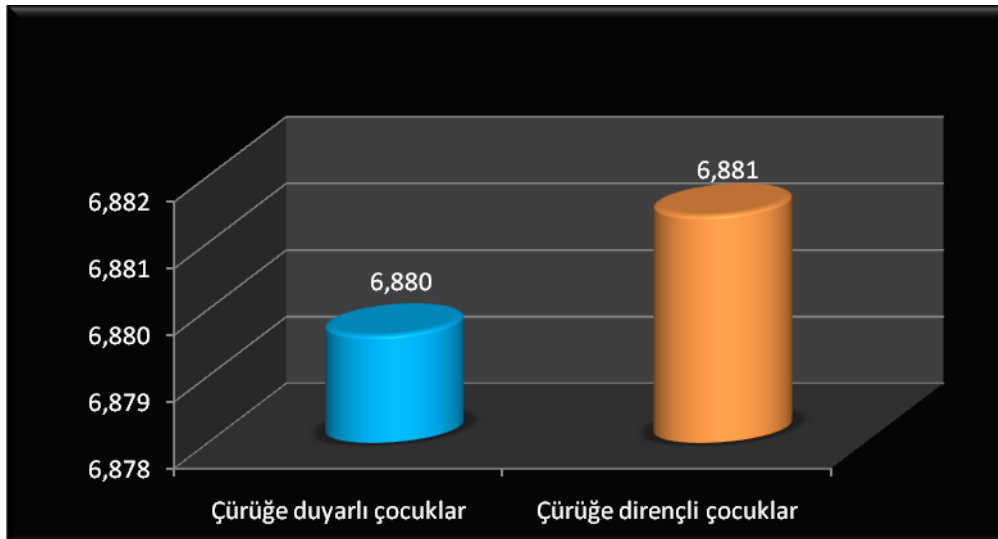
Örnek no	DMFT	Çocuk No	a eksen uzunluğu (Å)	c eksen uzunluğu (Å)	c / a oranı	Kristal birim hücre hacmi (Å ³)	c eksen kristalinite değeri	a eksen kristalinite değeri	c/a kristalinite oranı
1	0	1	9,449	6,882	0,7283	532,2	570	408	1,40
2	0	1	9,450	6,882	0,7283	532,2	571	407	1,40
3	0	6	9,453	6,880	0,7278	532,4	574	410	1,40
4	1	8	9,453	6,881	0,7279	532,5	577	417	1,38
5	1	8	9,455	6,880	0,7277	532,7	576	419	1,37
6	0	9	9,451	6,882	0,7282	532,4	572	409	1,40
7	0	9	9,452	6,882	0,7281	532,5	572	411	1,39
8	2	11	9,451	6,881	0,7281	532,3	575	413	1,39
9	2	11	9,452	6,880	0,7279	532,3	574	412	1,39
10	2	13	9,453	6,880	0,7278	532,4	574	417	1,38
11	2	13	9,454	6,881	0,7278	532,6	575	420	1,37
12	0	15	9,448	6,882	0,7284	532,0	572	419	1,37
13	0	17	9,450	6,882	0,7283	532,2	573	408	1,40
14	0	17	9,451	6,881	0,7281	532,3	575	411	1,40
15	0	18	9,448	6,881	0,7283	531,9	574	412	1,39
16	0	18	9,453	6,882	0,7280	532,6	573	413	1,39
17	2	19	9,454	6,882	0,7279	532,7	575	411	1,40
18	2	19	9,454	6,882	0,7279	532,7	576	411	1,40
19	0	23	9,451	6,882	0,7282	532,4	573	407	1,41
20	0	25	9,453	6,880	0,7279	532,5	572	409	1,40
21	0	26	9,455	6,881	0,7278	532,7	576	412	1,40
22	0	27	9,450	6,882	0,7283	532,2	574	407	1,41
23	2	29	9,453	6,881	0,7279	532,5	583	424	1,38
24	1	30	9,450	6,880	0,7281	532,1	577	422	1,37
25	0	31	9,449	6,882	0,7283	532,1	575	418	1,38
26	0	31	9,450	6,883	0,7284	532,3	574	410	1,40
27	0	33	9,447	6,883	0,7286	532,0	572	412	1,39
28	0	34	9,448	6,882	0,7284	532,0	573	410	1,40
29	0	36	9,450	6,881	0,7281	532,2	572	408	1,40
ORTALAMA			9,451	6,881	0,7280	532,3	574	413	1,39

Çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların mine örneklerinin XRD sonuçları karşılaştırıldığında; çürüğe duyarlı olan çocukların mine kristallerinin birim hücre a–eksenlerinin (ortalama olarak $9,456 \pm 0,00032 \text{Å}$) çürüğe dirençli olanlardakine göre (ortalama olarak $9,451 \pm 0,00041 \text{Å}$) istatistiksel olarak önemli derecede daha uzun olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Birim hücre a - eksen uzunluk ortalamaları (Å)

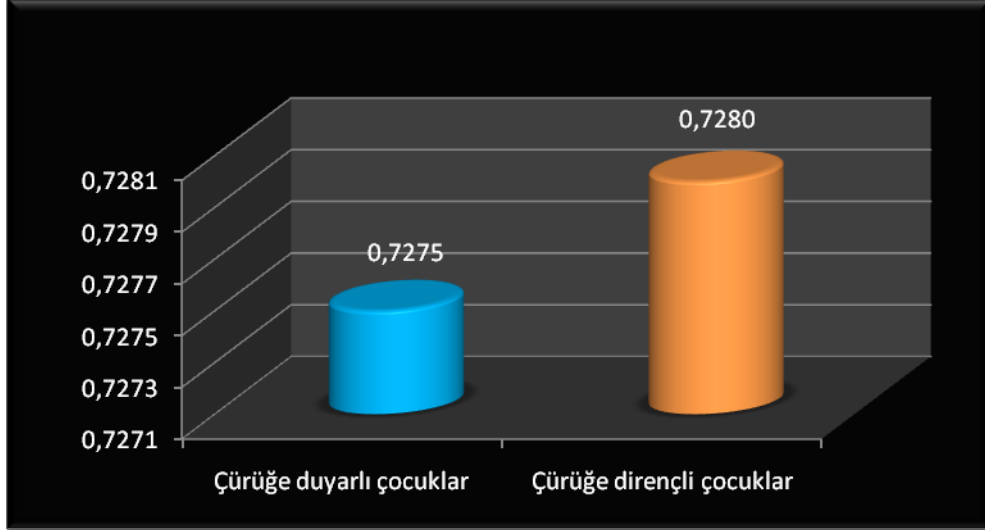
Mine kristallerinin birim hücre c-ekseni uzunluklarının karşılaştırmasında, çürüğe duyarlı olan çocukların mine kristallerinin birim hücre c-eksenlerinin (ortalama olarak $6,880 \pm 0,00017$ Å) çürüğe dirençli olanlardakine (ortalama olarak $6,881 \pm 0,00016$ Å) göre istatistiksel olarak önemli derecede daha kısa olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Birim hücre c - eksen uzunluk ortalamaları (Å)

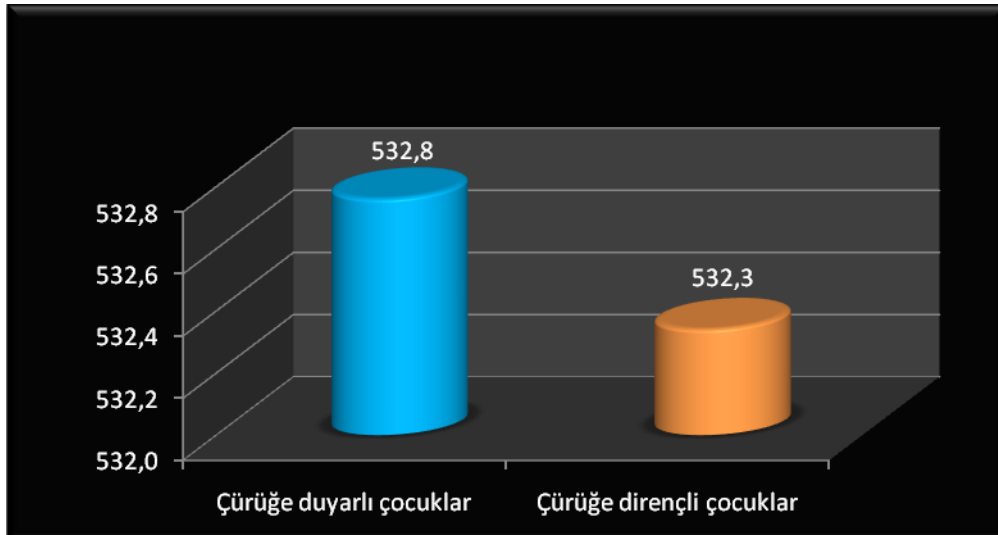
Mine kristallerinin birim hücre c-ekseni uzunluğunun a-ekseni uzunluğuna olan oranları karşılaştırıldığında ise, çürüğe duyarlı çocuklarda c/a oranının (ortalama olarak $0,7275 \pm 0,0005$) çürüğe dirençli olanlardakine (ortalama olarak

0,7280±0,0008) göre istatistiksel olarak önemli düzeyde daha büyük olduğu görülmüştür ($p<0,01$) (Şekil 3.8.).



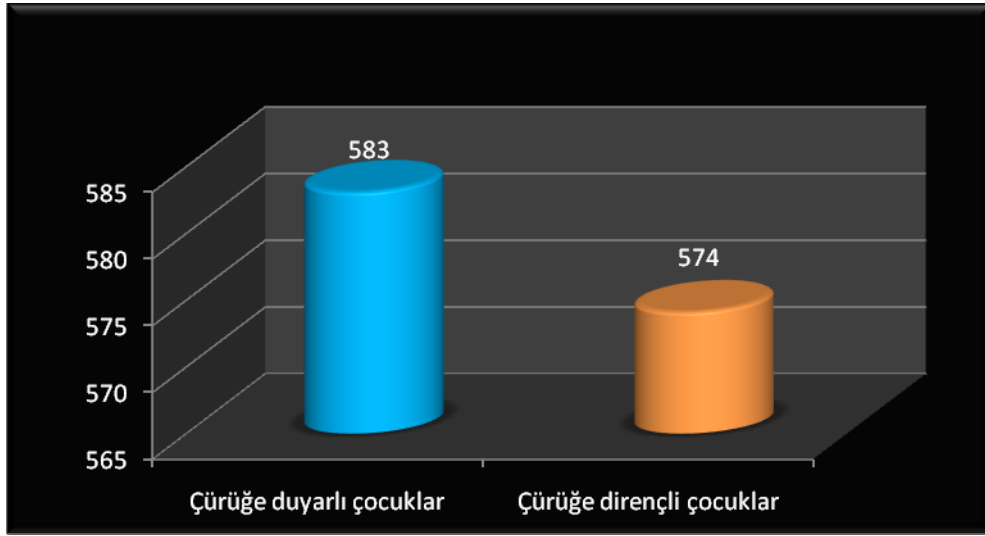
Şekil 3.8. Birim hücre c/a uzunluk oranları

Mine kristallerinin hacimleri karşılaştırıldığında ise, çürüğe duyarlı çocukların mine kristallerinin hacminin (ortalama olarak $532,761\pm0,039 \text{ Å}^3$) çürüğe dirençli olanlardakine (ortalama olarak $532,341\pm0,042 \text{ Å}^3$) göre daha büyük olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0,01$) (Şekil 3.9.).



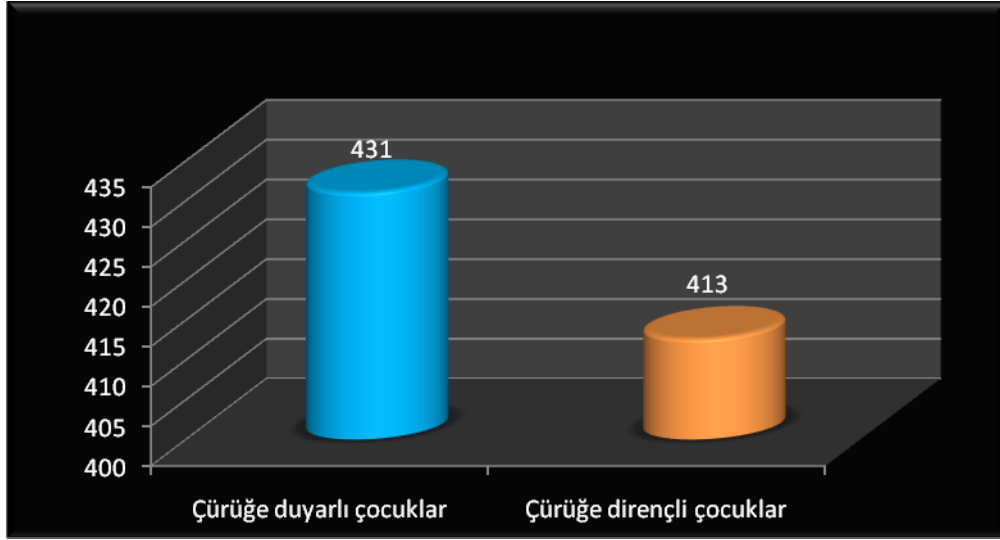
Şekil 3.9. Kristal birim hücre hacim ortalamaları (Å^3)

Mine kristallerinin c-ekseni doğrultusundaki kristalinite değerlerinin karşılaştırılmasında, çürüğe duyarlı olan çocuklardan elde edilen mine örneklerinde FWHM üzerinden hesaplanan kristalinite değerinin (ortalama olarak $583 \pm 0,63$) çürüğe dirençli çocuklardakine göre (ortalama olarak $574 \pm 0,46$) istatistiksel olarak önemli derecede daha büyük olduğu görülmüştür (kötü kristalinite) ($p < 0,01$) (Şekil 3.10.).



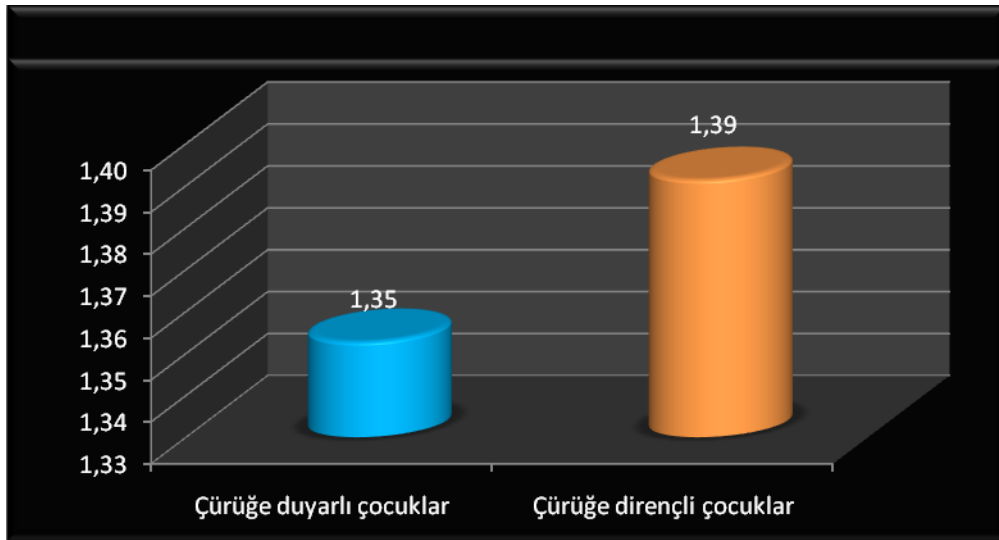
Şekil 3.10. c-ekseni doğrultusundaki kristalinite değeri ortalamaları

Mine kristallerinin a-ekseni doğrultusundaki kristalinite değerlerinin karşılaştırılmasında da, çürüğe duyarlı olan çocuklarda kristalinite değerinin (ortalama olarak $431 \pm 0,67$) çürüğe dirençli çocuklardakine göre (ortalama olarak $413 \pm 0,89$) istatistiksel olarak önemli derecede daha büyük olduğu görülmüştür (kötü kristalinite) ($p < 0,01$) (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. a - eksen doğrultusundaki kristalinite değeri ortalamaları

Çürüğe duyarlı ve dirençli çocuklarda, mine kristallerinin c-ekseni doğrultusundaki kristalinite değerinin a-ekseni doğrultusundaki kristalinite değerine oranları karşılaştırıldığında; bu oranın, çürüğe duyarlı olan grupta (ortalama olarak $1,35 \pm 0,0016$) çürüğe dirençli olanlardakine (ortalama olarak $1,39 \pm 0,0024$) göre istatistiksel olarak önemli derecede küçük olduğu gözlenmiştir ($p < 0,01$) (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. c/a kristalinite değeri oranları

TARTIŞMA

Çok faktörlü bir hastalık olan diş çürüğünün görülme şiddeti, bireyler arasında farklılık göstermekte (Besic ve ark., 1975; Hunter, 1988; Graves ve ark., 1991; Murray ve ark., 1991; Edelstein ve Douglass, 1995; Powell, 1998; Messer, 2000; Anusavice, 2001; Hicks ve ark., 2004-b; Bratthall ve Petersson, 2005; Corby ve ark., 2005) ve diş çürüğüne yatkınlık büyük oranda çevresel faktörlere dayandırılmaktadır (Holt ve ark., 1982; Kalsbeek ve Verrips, 1994; Sheiham ve Watt, 2000; Thomson ve ark., 2000). Diş çürüğü prevelansını azaltmayı amaçlayan koruyucu uygulamalar da buna göre planlanmaktadır. Ancak, bu eğitici ve koruyucu uygulamalar gelişmiş ülkelerde yaygın olarak uygulanmasına rağmen diş çürüğü toplumun bir bölümünde hala varlığını sürdürmekte ve bu durum çevresel faktörlerle açıklanamamaktadır (Le Fevre ve Hodge, 1937; Holt ve ark., 1982; Hunter, 1988-a; Stamm ve ark., 1988; Steckslen-Blicks ve ark., 1989; Litt ve ark., 1995; Blinkhorn ve Davies, 1996; Hausen, 1997; Saemundsson ve ark., 1997; Reich ve ark., 1999; Messer, 2000; Anusavice, 2001; Hicks ve ark., 2003; Casanova-Rosado ve ark., 2005). Örneğin Avustralya’da koruyucu uygulamalar sonucu diş çürüğü prevelansında büyük bir düşüş görülmekle birlikte, 12 yaş grubundaki çocukların %12 lik bir bölümünde hala yüksek oranda çürük görüldüğü ve bu yaş grubuna ait toplam DMFT’nin %50 sinin bu grupta olduğu (Davies ve ark., 1997), İngiltere’de ise aynı yaş grubu için yapılan değerlendirmelerde çocukların %25 inin toplam DMFT’nin % 60’ına sahip olduğu gözlenmiştir (Picton, 1986). Amerika ve Avrupa’da ise çürük prevelansı oldukça düşük olmasına rağmen toplumun %20’sinin toplam çürük lezyonlarının üçte ikisine sahip olduğu görülmektedir (Hicks ve ark., 2003). Bu oranlar çürük önleyici uygulamalara bağlı olarak değişiklik gösterse de, bazı bireylerde neden yüksek düzeyde çürük bulunduğu ve koruyucu uygulamalar sonucu çürük prevelansında gözlenen düşüşün toplum içinde neden farklılık gösterdiği açıklanamamıştır (Hunter, 1988-a; Granath ve ark. 1991; Bjertness ve Eriksen, 1992; Blinkhorn ve Davies, 1996). Sosyodemografik faktörler, oral hijyen düzeyi, diyet ve mikrobiyolojik faktörlerin çürük prevelansı üzerinde farklı düzeyde etkisi olduğu bilinmekle birlikte bu faktörlerden hiç birinin tek başına bunu açıklamakta başarılı olamadığı gözlenmiştir (Graves ve ark., 1991; Grindejford ve ark., 1995; Anusavice, 2001).

Nitekim; çürüğün başlıca etiyolojik faktörü olarak düşünülen streptokok mutans ve laktobasillus'ların bireylerin çürüğe yatkınlığını belirleyen bir kriter olarak kullanılması mümkün görülse de (Zickert ve ark., 1983; Nyvad ve Kilian, 1990; Balakrishnan ve ark., 2000; Anderson, 2001; Hicks ve ark., 2003), streptokok mutans sayısı yüksek olan bireylerde çürük olmadığı, az olan bireylerde ise çürük olduğu gözlemlendiğinden (Loesche ve Straffon, 1979; Messer, 2000) bakteriolojik faktörlerin bireylerin çürük riskinin belirlenmesinde çok doğru sonuçlar vermediği ifade edilmektedir (Klock ve ark., 1989; Anderson, 2001; Anusavice, 2001). Bunun yanı sıra; Loesche ve arkadaşları (1975) da, fissür çürüklerinden elde edilen floranın sadece %19'unda streptokok mutans bulunduğunu gözleyerek çürüğün etiyolojisinde tek bir mikroorganizmadan ziyade belli bir grup mikroorganizmanın sorumlu olduğunu ileri sürmüşlerdir. Böylece çürük oluşumunda plağın ekosisteminin etkisi tartışılmaya başlanmış (Emilson ve Krasse, 1985) ancak ekolojik ortamının bireyin beslenme şekli ile diyetteki şekerden etkilediği gösterilmişse de (Loesche ve ark., 1984; Newman, 1986) aynı tip diyetle beslenen ve streptokok mutans sayı ve tipinin aynı olduğu bireylerde dahi çürüğün ortaya çıkış şiddetinde yine büyük farklılık olduğu gözlenmiştir (Emilson ve Krasse, 1985). Bunun yanı sıra, diş fırçalama sıklığı ve plak miktarı ile de çürük prevelansı arasında belirgin bir ilişki olmadığı (Hunter, 1988-a; Hunter, 1988-b; Winter, 1988), cinsiyet ve etnik köken farklılıklarının çürük prevelansını etkilediği ancak bunun da pratikte bir önemi olmadığı (Sutcliffe, 1973; Beck ve ark., 1988; Hunter, 1988-a; Hunter, 1988-b; Graves ve ark., 1991; Saemundsson ve ark., 1997; Mascarenhas, 1998; Reich ve ark., 1999; Vanobbergen ve ark., 2001a; Sayegh ve ark., 2002a; Autio-Gold, 2005; Namal ve ark., 2005), sosyo-ekonomik durumun ise özellikle süt dişlerinde çürük oluşumu bakımından belirleyici olmakla birlikte doğrudan bir etiyolojik risk faktörü oluşturmadığı görülmüştür (Beck ve ark., 1988; Petersen, 1990; Verrips ve ark., 1993; Tinanoff, 1995; Saemundsson ve ark., 1997; Marmot, 2000; Li ve Wang, 2002).

Çürüğün etiyolojisi ve patogenezi ile ilgili olarak yapılan çalışmaların bir kısmında, çürük duyarlılığı bakımından bireyler arasında gözlenen farklılıkların nedeni tam olarak açıklanamasa da (Klein ve Palmer, 1941; Cutress, 1972; Patel ve Brown, 1975; Cevc ve ark., 1980; Shellis, 1984; Shwartz ve ark., 1984; Graves ve ark., 1991; Reich ve ark., 1999), geçmişteki çürük durumu ile daha sonra gelişen

çürük sayısı arasında güçlü bir pozitif ilişki bulunduğu gösterilerek bunun çürük riski yüksek olan çocukların belirlenmesinde kriter olarak kullanılabileceğini (Vanderas, 1986; Abernathy ve ark., 1987; Alaluusua ve ark., 1987; Palenstein ve ark., 1989; Pelkwijk ve ark., 1990; Graves ve ark., 1991; Litt ve ark., 1995; Hausen, 1997; Van Palenstein Saemundsson ve ark., 1997; Powell, 1998; Reich ve ark., 1999; Messer, 2000; Anusavice, 2001; Helderma ve ark., 2001; Tanzer ve ark., 2001; Zero ve ark., 2001; Li ve Wang, 2002; Johnson, 2004) ve süt dentisyondaki çürük durumunun daimi dentisyondaki çürük riski bakımından gösterge olabileceğini savunan araştırmalar da vardır (Bruszt, 1959; Seppa ve ark., 1989; Saemundsson ve ark., 1997; Li ve Wang, 2002; Casanova-Rosado ve ark., 2005). Nitekim, Bruszt (1959); çevresel koşullarda büyük bir değişiklik olmadığı takdirde, süt dişlerinde çürük bulunmayan çocukların % 75'inin daimi dişlerinde de çürük bulunmadığına dikkat çekmiş ve çürük etiyojisinde bireysel faktörlerin de dikkate alınması gerektiği savunulmuştur (Boyd, 1960; Emilson ve Krasse, 1985; Marsh, 1999).

Leverett ve arkadaşları (1993), çürük prevelansı bakımından bireyler arasında gözlenen farklılıkların bireyin savunma sisteminden kaynaklandığını zira bakteri sayısının fazla olduğu bireylerde savunma faktörleri güçlü ise çürük görülmeyebileceğini buna karşılık savunma faktörleri yeterli değilse bakteri sayısı az da olsa bu bireylerde çürük prevelansının yüksek olabileceğini ifade etmişlerdir. Ancak; minenin yapısal özelliklerini inceleyen çalışmalarda, bireyler arasında olduğu gibi aynı ağız içerisindeki farklı dişler arasında hatta aynı dişin farklı yüzeyleri arasında çürük duyarlılığı bakımından fark olduğu gözlenerek bunun minenin çözünürlüğü ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Klein ve Palmer, 1941; Brudevold, 1948; Jackson, 1971; Brown, 1974; Tucker ve ark., 1998). Nitekim; dişin ağız ortamı içerisindeki stabilitesi diş minesinin fizikokimyasal özellikleriyle belirlendiği için bu özelliklerin başında gelen mine çözünürlüğünün çürüğün başlaması ve ilerlemesinde rolü olabileceği düşüncesi giderek önem kazanmış ve yapılan araştırmalarla minenin çözünmeye karşı duyarlı ya da dirençli olmasının doku yıkımının başlıca sorumlusu olduğu gösterilmiştir (Jackson, 1971; Besic ve ark., 1975; Patel ve Brown, 1975; Moreno ve Aoba, 1991; Tucker ve ark., 1998). Demineralizasyonun minenin yapısal özellikleri ile ilişkili olduğunu gösteren histolojik çalışmalar da bu görüşü desteklemiştir (Pearce ve Nelson, 1989).

Demineralizasyon/remineralizasyon mekanizmasının daha iyi anlaşılması ve minenin yapısı ile ilgili bilgilerin artmasıyla, flor uygulamalarının diş çürüğünü geriletebileceği hatta durdurabileceği öngörülmüş (Ockerse, 1943; Hill ve ark., 1967) ve çalışmalar florun minenin çözünürlüğünü azaltmak suretiyle çürük prevelansı üzerinde etkili olabildiğini göstermiştir (Cutress, 1972; Leverett ve ark., 1993). Ancak, bireylerin çürük duyarlılıkları arasındaki farkın minenin flor iyonu konsantrasyonu ile ilişkili olmadığını düşünen Isaac ve arkadaşları (1958), farklı flor düzeyine sahip bölgelerde yaşayan bireylerin olgunlaşmasını tamamlamış ve tamamlamamış dişlerinin çözünürlüklerinin birbirinden farklı olduğunu ve bu farkın flor düzeyindeki değişikliklerden etkilenmediğini gözleyerek bunun flor dışında bir faktörden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Hill ve arkadaşları (1967) da süt ve daimi dentisyon arasında çürük prevelansı bakımından benzerlik olduğunu ve ortamın flor düzeyindeki farklılıkların bunu etkilemediğini ifade etmişlerdir. Jenkins ve arkadaşlarının (1952) yaptıkları çalışmada ise, içme suyu flor iyonu miktarı farklı olan bölgelerden gelen süt ve daimi dişlerin mine yüzeylerinin çözünürlükleri ile minenin toplam çözünürlüğü karşılaştırılmış ve içme suyu flor iyonu düzeyinin 2 ppm'e ulaştığı durumlarda süt dişlerinde mine yüzeyinde çözünürlüğün azaldığı ancak toplam mine çözünürlüğünün değişmediği gözlenmiş; sürekli dişlerde ise, içme suyu flor iyonu konsantrasyonundaki artışın çözünürlük üzerinde belirgin bir etki oluşturmadığı gözlenerek flor iyonunun çözünürlük üzerindeki etkisinin yaşla birlikte azaldığı dolayısı ile çürük sıklığındaki azalmanın flor iyonunun çürük azaltıcı etkisi ile açıklanamayacağı sonucuna varılmıştır. Bir diğer çalışmada da, flor iyonu miktarı yüksek ve düşük olan süt dişleri arasında, mine yüzeyindeki flor iyonu konsantrasyonu bakımından çok fark olmasına karşın çürük lezyonun derinliği bakımından fark bulunmadığı gözlenerek minenin flor içeriğinin çürüğün ilerleme mesafesini etkilemediği sonucuna varılmıştır. Ancak, süt dişlerindeki lezyonların daimi dişlere göre daha hızlı ilerlediği bunun da süt dişlerinin daha poröz olmasından kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Tyler ve ark., 1982). Porözitenin, mine çözünürlüğünde önemli bir faktör olduğunu belirten araştırmacılar, porözitenin artmasına bağlı olarak asitlerin mine içerisine girişinin kolaylaştığını ifade etmektedirler (Shellis, 1984). Mine dokusunun incelendiği çalışmalarda; minenin karbonat iyonu miktarındaki artışın mine yoğunluğunun azalmasına dolayısı ile

porozitenin artmasına yol açtığı gözlenmiştir. Zira; karbonat iyonlarının asitler karşısında diğer iyonlardan daha önce ve daha fazla çözünmesi çürüğün başlangıç aşamasında kristal yapıdan öncelikle karbonat iyonlarının uzaklaşmasına neden olmakta (Coolidge ve Jacobs, 1957; Sobel, 1960; Little, 1961; Hallsworth ve ark., 1973; Weatherell ve ark., 1974; Nelson ve ark., 1986; Budz ve ark., 1988; Wilson ve ark., 1999) ve bu durum kristal yapının bozulmasına dolayısı ile karbonat iyonlarının arkasından kalsiyum ve fosfat iyonlarının da çözünerek mineden ayrılmasına yol açmaktadır (Little, 1961; Ingram, 1972; Brown, 1974; David ve ark., 1974; Weatherell ve ark., 1974; Nelson ve ark., 1982; Nelson ve ark., 1983; Nelson ve ark., 1989; Lammers ve ark., 1992; Shellis, 1996; Baig ve ark., 1999; Hicks ve ark., 2004-a). Mineral kaybı prizmatik yapının yoğunluğunu azaltacağından, mine daha poröz ve geçirgen bir hale gelmekte bu da minenin çözünmesini hızlandırmaktadır (Weatherell ve ark., 1974; Theuns ve ark., 1983; Robinson ve ark., 2000).

Minenin çözünürlük özelliği ile çürük arasındaki ilişkiyi inceleyen (Brudevold, 1948; Besic ve Wiemann, 1972; Patel ve Brown, 1975; Chen ve Nancollas, 1986) ve minenin yapısal ve kompozisyonel farklılıklarının çürük lezyonlarının ilerlemesi üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarda (Le Fevre ve ark., 1937; Holager, 1970; David ve ark., 1974; Nishino ve ark., 1981; Reich ve ark., 1999); mine yüzeyinden iç kısımlara gidildikçe minenin yapı ve kompozisyonunun değiştiği, mine kristalleri ve prizmatik yapının yoğunluğunun azaldığı dolayısı ile porözite, sıvı ve organik madde miktarının arttığı gözlenerek (Brudevold, 1948; Robinson ve ark., 2000) bunun minenin sertliğinin azalmasına (Brudevold, 1948; Kodaka ve ark., 1992; Meredith ve ark., 1996) ve çözünürlüğün artmasına neden olduğu (Brudevold, 1948; Theuns ve ark., 1986) ve buna paralel olarak minenin yüzeyinden iç kısımlara doğru çürük asitlerine karşı direncin de zayıfladığı belirtilmiştir (Isaac, 1958). Mine sertliğini inceleyen çalışmalarda ise, mine yüzeyi ile mine-dentin sınırındaki mine dokusunun fiziksel özellikleri arasında fark olduğu ve bunun kimyasal yapıdaki farklılıktan kaynaklandığı (Xu ve ark., 1998; Cuy ve ark., 2002) zira mine-dentin sınırına doğru kalsiyum, fosfat ve flor iyonlarının miktarının azaldığı buna karşılık magnezyum, karbonat ve klorit iyonlarının miktarının arttığı ve buna bağlı olarak mine yüzeyinden iç kısımlara doğru yoğunluğun giderek azaldığı belirtilerek minenin kimyasal yapısındaki bu farklılaşmanın çürüğün derinliğini belirlediği ifade

edilmiştir (Frank ve ark., 1966; Weatherell ve ark., 1974; Shellis, 1996; Wentrup-Byrne ve ark., 1997).

Ancak; diş minesinin kristal yapı özelliklerinin ve kristal yapı içindeki karbonat iyonunun bireylerin çürüğe yatkınlığı üzerindeki rolü günümüzde hala tartışılmaktadır. Zira; sentetik ve biyolojik apatitler üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda, diş minesinin çözünme özelliğinin kristal yapı içindeki karbonat iyonunun kontrolünde olduğu kesin olarak gösterilmiş olmasına rağmen (Brudevold ve ark., 1960; Sobel, 1960; Little, 1961; Shapiro ve Hartles, 1965; LeGeros ve ark., 1967; Besic ve Wiemann, 1972; Weatherell ve ark., 1974; Biltz ve ark., 1981; Marshall ve Lawless, 1981; Nelson, 1981; Nishino ve ark., 1981; LeGeros ve Tung, 1983; Nelson ve ark., 1983; Theuns ve ark., 1986; Budz ve ark., 1988; Bohic ve ark., 1998) insan üzerinde çalışma yapmanın zor olması nedeniyle mine kristal yapısının ve karbonat iyonunun bireylerin çürüğe yatkınlığı üzerindeki rolü tam olarak belirlenememiştir (Coolidge ve Jacobs, 1957; Cevc ve ark., 1980; LeGeros, 1981; Nelson, 1981; Tung, 1983; LeGeros ve Budz ve ark., 1987; Goldberg ve ark., 1987; Wilson ve Beynon, 1989; Aoba ve Moreno, 1990; Moreno ve Aoba, 1991; Sydney-Zax ve ark., 1991; Hsu ve ark., 1994; Sonju Clasen ve Ruyter, 1997; Dowker ve ark., 1999; Iijima ve ark., 1999).

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda; standart sosyo-ekonomik çevre koşullarında yaşayan, çürüğe duyarlı ve dirençli çocuklardan elde edilen süt dişlerine ait mine örneklerinde apatit kristali içine giren karbonat iyon miktarını araştırmayı, karbonat iyonunun neden olduğu ve bireyin diş çürüğüne yatkınlığını belirleyen yapısal/gelişimsel farklılıkları incelemeyi ve minenin gelişim süreci içinde kristal yapıyı güçlendirerek asitler karşısında çözünürlüğünü azaltan ve çürük gelişimini engelleyen koruyucu tedavilerin işlevini tartışmayı amaçladık.

Diş çürüğü; coğrafik, sosyolojik, ekonomik, biyolojik, davranışsal ve fizyolojik faktörlerin oluşturduğu çevresel faktörler ile bireye ait genetik faktörlerin karmaşık bir etkileşimin sonucu olarak ortaya çıkar (Zero, 1999). Dolayısı ile bir bireyin çürük durumunun, çevresel faktörlerin yaşam boyu süregelen birikimini yansıttığı söylenebilir (Nicolau ve ark., 2003). Bu nedenle farklı coğrafik bölgelerde yaşayan çocuklarda çürük görülme sıklığı değişkenlik gösterir (Stecksen-Blicks ve ark., 1985;

Blinkhorn ve Davies, 1996; Freire ve ark., 1996; Pine ve ark., 2003). Çevresel bir faktör olan coğrafik farklılık genel olarak sosyal, ekonomik, davranışsal ve diyetel değişkenlikleri içermektedir (Hunter, 1988; Blinkhorn ve Davies, 1996; Vanobbergen ve ark. 2001b). Bu nedenle, coğrafik bölgelere özgü beslenme ve oral hijyen alışkanlıkları yanında, yaşanan ortamın sosyo-ekonomik ve kültürel durumunun da çocuklardaki çürük görülme sıklığını etkileyeceği belirtilmiştir (Samuelson ve ark., 1971; Hunter, 1988; Tang ve ark., 1997; Skeie, 2005).

Yapılan çalışmalarda; kırsal bölgede yaşayan bireyler ile şehir merkezinde yaşayan bireyler arasında da çürük prevalansı bakımından büyük fark olduğunun gözlenmesi, bireylerin yaşadıkları bölgenin diş çürüğü prevalansı üzerinde etkisi olabilecek önemli bir coğrafik faktör olarak tanımlanmasına neden olmuştur (Petersen, 1990; Saemundsson ve ark., 1997; Ettinger, 1999; Faggiano ve ark., 1999; Petersen ve ark., 2001; Aleksejuniene ve ark., 2002; Ramos-gomez ve ark., 2002; Sogi ve Bhaskar, 2002). Nitekim; şehir merkezinde yaşayan bireylerin ağız ve diş sağlığı konusunda bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu, ağız ve diş sağlığına yönelik alışkanlık ve davranışları bakımından daha iyi bir yaşam tarzına ve daha yüksek sosyo-ekonomik duruma sahip oldukları (Petersen ve ark., 2001; Aleksejuniene ve ark., 2002); kırsal bölgelerde yaşayan çocuklarla şehirde yaşayan çocuklar arasında diş fırçalama sıklığı, beslenme alışkanlığı, şekerli besinleri tüketim miktarı ve sıklığı bakımından belirgin fark olmasının yanı sıra ebeveynlerinin eğitim düzeyi ve gelir seviyesi bakımından da kırsal bölgeler ile şehir merkezinde yaşayan çocuklar arasında önemli farklılıklar bulunduğu sonucuna varılmıştır (Samuelson ve ark., 1971).

Ancak; şehir merkezinde yaşayan çocuklar arasında da çürük prevalansı bakımından fark olduğu gözlenerek aynı şehirde bulunan ancak daha önce farklı bölgelerde yaşamış ve farklı kültürlerden gelmiş olan çocuklarda özellikle süt dişi çürük prevalansının doğma-büyüme o bölgede yaşamış olan çocuklardakinden önemli derecede fazla olduğu ve bunun iki grup arasındaki sosyo-kültürel farklılığın ağız sağlığına yansımından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Sundby ve Petersen, 2003). Buna göre, biyolojik faktörlerle birlikte sosyal ve fizyolojik faktörlerin çürük prevalansı üzerindeki etkilerinin birlikte değerlendirildiği araştırmaların, kozmopolit karakteri nedeniyle şehirde yaşayan çocuk popülasyonu üzerinde yapılması

önerilmektedir (Tinanoff, 1995). Bizim çalışmamızda ise, sadece biyolojik bir faktör olarak minenin kristal yapısındaki farklılıkların çürük duyarlılığı üzerindeki etkisi değerlendirileceği için; araştırma kapsamına alınacak çocukların kültürel, sosyal, ekonomik, davranışsal ve beslenme alışkanlığı gibi çürük gelişimi üzerinde rolü olduğu belirtilen diğer faktörler bakımından birbirine benzeyen ailelerden gelmesi ve standart bir toplumu temsil etmesi öngörülmüştür.

Bireyler arasında çürük prevelansı bakımından gözlenen farklılığın nedeni olarak gösterilen çevresel faktörlerin en önemlisi sosyo-ekonomik durumdur. Yapılan çalışmalar bireylerin sosyo-ekonomik durumlarıyla çürük prevelansları arasında güçlü bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir (Murray ve ark., 1991; Freire ve ark., 1996; Tang ve ark., 1997; Powell, 1998; Truin ve ark., 1998; Ettinger, 1999; Faggiano ve ark., 1999; Campus ve ark., 2001; Wennhall ve ark., 2002; Li ve Wang, 2002; Sayegh ve ark., 2002b; Hicks ve ark., 2003; Hobdell ve ark., 2003; Nicolau ve ark., 2003; Pine ve ark., 2003; Hicks ve ark., 2004-a; Hicks ve ark., 2004-b; Bratthall ve Petersson, 2005; Casanova-Rosado ve ark., 2005). Hobdell ve arkadaşları (2003), yüksek ve düşük sosyo-ekonomik düzeydeki bireyler arasında ağız hastalıkları bakımından belirgin bir fark olduğunu ve sosyo-ekonomik durumun tek başına diş çürüğü prevelansındaki farklılığın yaklaşık %50'sinden sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Nadanovsky ve Sheiham (1995) ise; 18 ülkede yürüttükleri çalışmada, sosyo-ekonomik faktörün 12 yaşındaki çocukların çürük prevelansının %65 inden sorumlu olduğunu gözlemişlerdir. Çürük etiyolojisindeki diğer faktörlerle karşılaştırıldığında, sosyo-ekonomik durum ile çürük prevelansı arasındaki ilişkinin yüksek olduğu (% 61,3), oral hijyen yetersizliği veya beslenme alışkanlığının çürük prevelansı ile olan ilişkisinin ise çok zayıf olduğu görülmüştür (%13,3 ve %8,3) (Faggiano ve ark., 1999; Harris ve ark., 2004). Aslında, sosyo-ekonomik durumun diş çürüğü prevelansı üzerinde doğrudan etkisi olmadığı (Beck ve ark., 1988; Li ve Wang, 2002) ancak gelir düzeyi, eğitim seviyesi ve sosyal ortam gibi sosyo-ekonomik durumu gösteren ve insanların yaşam şeklini belirleyen faktörlerin, diş sağlık merkezlerinin kullanılması, sigara kullanımı, diş fırçalama sıklığı ve etkinliği, beslenme alışkanlığı, şeker tüketim miktarı ve sıklığı gibi pek çok davranışsal faktörü kontrol ederek dolaylı olarak çürük prevelansı üzerinde etkili olduğu ifade edilmiştir (MacGregor, 1964; Elliott, 1969; Samuelson ve ark., 1971; Winter ve ark.,

1971; Chen, 1986; Milen, 1987; Hunter, 1988; Deminguez - Rojas ve ark., 1993; Litt ve ark., 1995; Tinanoff, 1995; Freire ve ark., 1996; Tang ve ark., 1997; Faggiano ve ark., 1999; Hjern ve ark., 2001; Li ve Wang, 2002; Sogi ve Bhaskar, 2002; Hobdell ve ark., 2003; Nicolau ve ark., 2003; Harris ve ark., 2004; Kĩwanuka ve ark., 2004; Casanova-Rosado ve ark., 2005). Bu nedenle, araştırma kapsamına alınacak çocukların sosyo-ekonomik durum bakımından birbirine benzeyen ailelerden oluşan bir toplumdan gelmesi çalışma grubunun oluşturulmasında en önemli kriter olarak kabul edilmiştir. Nitekim; bizim çalışmamızda da, çocukların %97.1'inin sosyo-ekonomik düzeyi düşük ailelerden geldiği belirlenerek 613 çocuktan bu kriterlere uymayan 18 çocuk çalışma dışında bırakılmıştır.

Sosyo-ekonomik durumun belirlenmesinde, genel olarak ebeveynlerin mesleği ön planda tutulmakla birlikte, bu şekilde yapılan sınıflandırmanın her zaman doğru olmayabileceği, meslek ile sosyo-ekonomik durum arasındaki ilişkinin ülkeler arasında farklılık gösterdiği belirtilerek sosyo ekonomik durumun bölgenin sosyal, kültürel ve eğitim düzeyi gibi toplumsal özelliklerine göre değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Bolin ve ark., 1997; Kĩwanuka ve ark., 2004). Bu nedenle, araştırmamızda; araştırmanın yapılacağı bölge için özel olarak hazırlanmış ve eğitim düzeyinin yanı sıra ailenin yaşam kalitesi, ekonomik ve sosyal durumuna yönelik sorulardan oluşan Bacanlı'nın Sosyo-Ekonomik Durum Değerlendirme Formu kullanılmıştır (Bacanlı, 2004).

Ancak, çürük prevalansında gözlenen farklılıkların sadece sosyo-ekonomik faktörler ile açıklanması mümkün değildir (Petersen, 1990). Nitekim; sosyo-ekonomik durum ile yakından ilişkili olan göçmen faktörünün de bireylerin kültürel, davranışsal ve beslenme alışkanlıkları üzerindeki etkisi nedeniyle çürük prevalansını önemli derecede etkilediği gözlenmiştir (Grindekjord ve ark., 1995; Saemundsson ve ark., 1997; Hjern ve ark., 2001; Wennhall ve ark., 2002; Pienihakkinen ve ark., 2004; Bratthall ve Petersson, 2005; Skeie, 2005). Türkiye'de göç hareketinin çok büyük bir bölümünün köyden şehre ve küçük şehirlerden büyük şehirlere doğru olması nedeniyle (Sağlam, 2006) çalışma kapsamına alınan çocukların yaşadığı köylerin göç alan bir bölge olmadığı aksine göç veren bir bölge olduğu görülmüştür. Yine de göçmen faktörünün elimine edilmesi için ebeveynleri ve kendisi bu bölgede doğup-

büyümüş olan çocuklar araştırma kapsamına alınmıştır. Buna göre; 595 çocuktan 572 si bu koşula uygun bulunarak araştırma kapsamında tutulmuştur.

Ebeveynin eğitim durumunun çocukların diş çürüğü prevelansı üzerinde önemli etkisi olduğu (Verrips ve ark., 1992; Hicks ve Flaitz, 1993; Ramos-gomez ve ark., 2002; Namal ve ark., 2005) ve ebeveynin eğitim düzeyi ile sosyo ekonomik durumunun düşük olduğu ailelerde, çocukların ağız bakımına yeterli önemi vermedikleri ve diş fırçalama sıklığı ile diş fırçalama etkinliğinin daha az olduğu (Litt ve ark., 1995; Nicolau ve ark., 2003); ağız hijyeni kötü olan ailelerde çocukların çürük prevelansının yüksek olduğu birçok araştırmada gösterilmiştir (Vanobbergen ve ark., 2001a; Ramos-gomez ve ark., 2002). Bunun yanı sıra, özellikle annenin eğitim düzeyinin ve ağız diş sağlığına verdiği önemin çocukların çürük prevelansını etkilediği (King ve ark., 1983; Chen, 1986; Verrips ve ark., 1993; Grindekjord ve ark., 1995; Eronat ve Koparal, 1997; Mascarenhas, 1998; Dini ve ark., 2000; Hjern ve ark., 2001; Sayegh ve ark., 2002a; Kíwanuka ve ark., 2004), annenin eğitim durumunun çocuğun diş fırçalama alışkanlığı ve diş hekimine gitme sıklığı üzerinde de etkili olduğu gösterilmiştir (Chen, 1986; Verrips ve ark., 1993). Bu nedenle; çalışma kapsamına alınacak çocukların, eğitim düzeyi ve ağız-diş sağlığına verdikleri önem bakımından birbirine benzeyen ailelerden oluşan bir toplumdaki gelmesi çalışma grubunun standardizasyonu bakımından önemli bir kriter olarak kabul edildi. Buna göre, çalışmamızda; araştırmanın yapıldığı bölgedeki ebeveynlerinin çoğunluğunun (%90,7) eğitim düzeyinin düşük olduğu ($p<0,01$) ve ağız temizliğine dikkat etmediği (%66,1) ($p<0,01$); annelerin ise hemen hemen hepsinin (%98,3) düşük eğitim seviyesine sahip olduğu ($p<0,01$) ve büyük çoğunluğun ağız bakımına dikkat etmediği (%65) ($p<0,01$) belirlenerek toplumun bu bakımdan hemen hemen aynı özellikte olduğu kabul edilmiştir.

Yapılan çalışmalar, bebeklik dönemindeki beslenme şekli ile bunların etkilerinin ileri yaşlardaki çürük prevelansının belirleyicisi olduğunu göstermiştir (Silver, 1987; Wendt ve ark., 1996; Nicolau ve ark., 2003). Yapılan bazı çalışmalarda, insan sütünde laktoz miktarı daha fazla olmasına rağmen kariojenite açısından hayvansal kaynaklı sütle aralarında çok önemli bir fark olmadığı (Seow, 1998), anne sütü veya hayvansal kaynaklı sütle beslenen çocuklar arasında çürük prevelansı bakımından da bir fark gözlenmediği belirtilmekle birlikte (Ramos-

Gomez ve ark., 1999) anne sütünün kariojenik olmadığını, zengin mineral içeriği ve çocuğun immün sistemine katkılarından dolayı kariostatik olduğunu (Ripa, 1988; Seow, 1998), anne sütü ile beslenen çocuklarda ileri yaşlarda çürük görülme olasılığının az olduğunu (Holt ve ark., 1982; Silver, 1987; Eronat ve Koparal, 1997), 2 yaşına kadar aralıklarla anne sütü verilen çocukların diş çürüğüne karşı daha dirençli olduğunu (Wendt ve ark., 1996), sadece hayvansal kaynaklı sütle beslenen çocuklarda ise çürük görülme sıklığının daha fazla olduğunu belirten çalışmalar da vardır (Langford ve Louer, 1996; Dini ve ark., 2000). Ancak, ebeveynlerin sosyo ekonomik durumu ve eğitim düzeyleri ile alakalı olarak çocuğun sık aralıklarla ve uzun süre anne sütü ile beslenmesinin sütün laktoz içeriği nedeniyle çocukların çürük prevelansında %5-10 oranında artışa neden olduğu gösterilmiştir (Seow, 1998). Buna göre; çocuğun doğum sonrası beslenme şeklinin ileri yaşlardaki çürük prevelansını etkileyebileceği düşünüldüğünden, araştırma kapsamına alınan çocukların doğum sonrası beslenme şeklinin çalışma grubunun standardizasyonunu belirleyen kriterlerden biri olabileceği öngörülmüş ve anket formundan elde edilen sonuçlara göre çocukların büyük çoğunluğunun (%75,2) doğduktan sonra sadece anne sütü veya anne sütüne ek olarak inek sütüyle ($p<0,01$), buna karşın çok az bir kısmının (%24,8) sadece inek sütü ile beslendiği belirlenmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü ve AAP (American Academy of Pediatrics) bebeğin ilk 6 ay mutlaka anne sütü almasını ve bunun en az bir sene devam etmesini önermiştir (American Academy Of Pediatrics, 2005; WHO, 2008). Yapılan çalışmalarda da çocukların 6-12 ay süre ile emzirilmesinin diş çürüğüne karşı koruma sağladığı gösterilmiştir (Akre, 1989; Federation Dentaire Internationale, 1994). Bunun yanı sıra uzun süre (24 ay) annesi tarafından emzirilen çocuklarla hiç anne sütü almamış çocuklarda çürük prevelansının yüksek olduğu gözlenmiştir (Dini ve ark., 2000; Sayegh ve ark., 2002b). Dolayısı ile emzirme süresinin de çürük prevelansını etkileyebildiği anlaşıldığından, çalışma grubunun standardizasyonu bakımından emzirme süresi de bu çalışmada dikkate alınmış çocukların büyük çoğunluğunun (%66,6) anneleri tarafından 6–12 ay süre ile emzirildiği görülmüştür ($p<0,01$).

Ramos- Gomez ve arkadaşları biberon bırakma yaşı ile çocuklardaki diş çürüğü durumu arasında doğrudan bir ilişki olmadığını belirtmelerine rağmen (Ramos- Gomez ve ark., 1999) yapılan çalışmaların çoğu uzun süre biberon kullanımının

çürük olasılığını arttırdığını göstermiştir (King ve ark., 1983; Litt ve ark., 1995; Dini ve ark., 2000; Kíwanuka ve ark., 2004). Bunun yanı sıra Sağlık Eğitim Konseyi (The Health Education Council) ve NNCC (National Network for Child Care) biberon ile beslenmenin 12 aydan sonra kesilmesini önermektedir (King, 1981; NNCC, 2002). Bizim çalışmamızda ise çocukların büyük kısmının (%68,5) bir seneden daha uzun süre biberon kullandığı görülmüştür ($p<0,01$).

Şuruplar günde birkaç kez ve özellikle gece yatmadan önce alındığı için içindeki tatlandırıcılar nedeniyle ağız ortamında bakteri üremesi için ideal bir ortam oluştuğu belirtilmektedir. Şurupların sık ve uzun süre kullanımının her çocukta çürüğe neden olmadığı belirtilmekle birlikte (Feigal ve ark., 1984), sosyo-ekonomik durumu düşük olan toplumlarda ilaç kullanımının artması ile birlikte çocuklar arasında şurup kullanımının daha da yaygınlaştığı, sık ve uzun süre şurup kullanımı ile çürük prevelansı arasında belirgin bir ilişki olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Roberts ve Roberts, 1979; Feigal ve ark., 1984; Hunter, 1988; Winter, 1988; McMahon ve ark., 1993; Kidd, 1999; Reich ve ark., 1999; Kíwanuka ve ark., 2004). Bizim çalışmamızda da, araştırma kapsamına alınan çocukların önemli bir kısmının (%70,2) uzun süre ve sık olarak şurup kullanmış olduğu ($p<0,01$) ve çürük prevelansı üzerindeki olası etkisi nedeniyle şurup kullanımı bakımından çocukların benzer özellikte olduğu gözlenmiştir.

Ağız ortamında fermente olabilen karbonhidratlar olmadan çürük oluşmasının mümkün olmadığı, çocuklardaki beslenme şekli ile çürük oluşumu arasında belirgin bir ilişkinin bulunduğu, çürük riskine katkıda bulunan en önemli besin maddesinin şeker olduğu ve şeker tüketimi ile tüketim sıklığının çürük oluşumunda önemli bir risk faktörü olduğu gösterilmesine karşın (Takeuchi, 1961; Sreebny, 1982; Hunter, 1988; Winter, 1988; Newbrun, 1989; Hicks ve Flaitz, 1993; Grindejford ve ark., 1995; Tinanoff, 1995; Eronat ve Koparal, 1997; Jensen, 1999; Sheiham ve Watt, 2000); çürük oluşumunu kolaylaştırıcı diyet ile beslenmelerine rağmen toplumdaki bazı bireylerde çok az çürük bulunması ve şeker tüketimi ile çürük arasında kanıtlanmış bir ilişki olmadığını savunan görüşler bulunması nedeniyle beslenme ve şeker tüketiminin çürük oluşumu üzerindeki etkisi tartışmalı bir konu haline gelmiştir (Navia, 1970; Cleaton-Jones ve ark., 1984; Kolmakow ve ark., 1984; Rugg-Gunn ve ark., 1984; Hunter, 1988; Winter, 1988; Tinanoff, 1995; Powell, 1998; Jensen, 1999;

Campus ve ark., 2001; Kíwanuka ve ark., 2004). Araştırmacılar, bireylerin şeker tüketimi ile ilgili olarak toplanan verilerin geçerli ve güvenilir olmayabileceğine, çocukların beslenme şekli ile şeker tüketimlerinin çürük oluşumu üzerinde etkisi olsa bile bunun flor uygulamaları, diş fırçalama sıklığı ve sosyal faktörlerden önemli oranda etkilenebileceğine dolayısı ile şeker tüketimi ile çocukların çürük durumu arasında ilişki kurmanın güçlüğüne dikkat çekmektedirler (Rugg-Gunn ve ark., 1984; Stecksen-Blicks ve ark., 1985; Kristoffersson ve ark., 1986; Silver, 1987; Stecksen-Blicks ve ark., 1989; McMahon ve ark., 1993; Verrips ve ark., 1993; Kalsbeek ve Verrips, 1994; Powell, 1998; Faggiano ve ark., 1999; Messer, 2000; Wennhall ve ark., 2002; Harris ve ark., 2004). Ayrıca, araştırmalarda kullanılan şeker tüketim verilerinin elde edilme tekniğı konusunda da büyük farklılıklar bulunduğı (Sreebny, 1982) ve şeker tüketimine ilişkin verilerin doğru olarak değerdendirilmesinin de güç olduğı görölmektedir (Blinkhorn ve Davies, 1996). Bu nedenle çalışmamızda çocukların şeker tüketim sıklığı ve diyet analizi yapılmamıştır. Ancak ana öğünler arasında yapılan atıştırmaların şeker tüketimin büyük kısmını oluşturduğı ve alınan şekerli gıdaların miktarından çok şeker tüketim sıklığının dolayısı ile ana öğünler arasında yapılan günlük atıştırmaya sıklığının çocuğun çürük durumu üzerinde etkili olduğı gösterildiğı için (Winter ve ark., 1971; Sreebny, 1982; Van ve ark., 1982; Emilson ve Krasse, 1985; Kristoffersson ve ark., 1986; Milen, 1987; Burt ve ark., 1988; Kalsbeek ve Verrips, 1994; Litt ve ark., 1995; Marthaler ve ark., 1996; Hausen, 1997; Burne, 1998; Rodrigues ve ark., 1999; Zero, 1999; Vanobbergen ve ark., 2001b; Sundby ve Petersen, 2003); biz de araştırma kapsamına alınan çocukların ana öğünler arasında atıştırmaya sıklığını değerdendirerek çocukların çok büyük bir kısmının (%86,3) öğün aralarında atıştırmaya alışkanlığına sahip olduğunu gözledik ($p<0,01$).

Dental plak skorları ile diş çürüğü prevelansı arasında güçlü bir ilişki olmadığını (Addy, 1986; Federation Dentaire Internationale, 1988; Hunter, 1988-a; Hunter, 1988-b; Tinanoff, 1995) ve diş fırçalama sıklığı ile de çürük durumu arasında belirgin bir ilişki bulunmadığını ileri süren araştırmacılara (Ashley ve Sainsbury, 1981; Litt ve ark., 1995; Truin ve ark., 1998; Petersen ve ark., 2001) karşın birçok çalışmada da diş fırçalama sıklığının diş çürüğü gelişimi üzerinde etkisi olduğı gösterildiğinden (Stecksen-Blicks ve ark., 1985; Milen, 1987; Stecksen-

Blicks ve ark., 1989; Deminguez-Rojas ve ark., 1993; Mascarenhas, 1998; Rodrigues ve ark., 1999; Campus ve ark., 2001; Sundby ve Petersen, 2003) kötü bir oral hijyen çürük oluşumu için önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmiştir (Grindekjord ve ark., 1995). Nitekim, günde 1 kez den daha az diş fırçalamanın çocuklarda diş çürüğü gelişimini önemli derecede etkilediği belirtilerek dişlerin en az günde 1 kez fırçalanması gerektiğine dikkat çekilmiştir (Vanobbergen ve ark., 2001a; Vanobbergen ve ark. 2001b). Ayrıca, annenin çocuk için bir model oluşturduğu ve bu nedenle annenin ağız temizliğine dikkat etme alışkanlığının yanı sıra annenin eğitimi ve sosyo-ekonomik durumu ile çocuklarının ağız temizliği alışkanlığı arasında da belirgin bir ilişki olduğu savunulmuştur (Chen, 1986; Verrips ve ark., 1993). Ancak, bizim çalışmamızda; çalışma kapsamına alınan çocukların annelerinin hepsinin (%100) sosyo ekonomik durumunun düşük olduğu, %98,3'ünün eğitim düzeyinin düşük olduğu ($p<0,01$) ve çoğunluğun ağız temizliğine dikkat etmediği (%65) ($p<0,01$) gözlenmesine karşın çocukların %64,3'ünün düzenli ağız temizliği yaptığı belirlenmiştir ($p<0,01$). Davranışsal verilerin anket formu ya da doğrudan görüşme yoluyla elde edildiği durumlarda, alınan cevapların her zaman güvenilir olmayabileceği, bireylerin davranışsal alışkanlıklarına yönelik sorulara verdikleri cevapların gerçek davranış şeklinden ziyade ideal davranış şeklini yansıtabileceği belirtildiğinden (Chen, 1986; Milen, 1987; Verrips ve ark., 1992; Verrips ve ark., 1993; Kalsbeek ve Verrips, 1994; Petersen ve ark., 2001; KIWANUKA ve ark., 2004) çocukların ağız temizliği konusunda verdikleri cevapların bahsedilen metodolojik hatalardan dolayı yanıltıcı olabileceğini düşünmek mümkündür.

Diş fırçalamanın, mekanik temizleme etkisinden daha çok diş macunu içerisindeki flor nedeniyle çürükle ilişkilendirilebileceği (Litt ve ark., 1995; Reich ve ark., 1999) ve florlu diş macunu kullanımı ile diş çürüğü prevelansı arasında güçlü bir ilişki olduğu gösterildiğinden (Stecksen-Blicks ve ark., 1989; Verrips ve ark., 1993; Freire ve ark., 1996; Truin ve ark., 1998; Rodrigues ve ark., 1999; Vanobbergen ve ark., 2001a) araştırmamızda çocukların diş macunu kullanma alışkanlıkları da değerlendirildi. Çocukların %96,8'i diş macunu kullandığını belirtmiştir ($p<0,01$). Çocukların %7,8'inin hiç diş fırçalamadığı bir popülasyonda %96,8'inin diş macunu kullandığını belirtmesi nedeniyle bu cevabın da yukarıda açıklandığı üzere yanıltıcı olması mümkün görünmektedir.

Diş macunu dışında kullanılan flor preparatlarının da (gargara, tablet) diş çürüğü üzerinde etkili olduğu gösterildiğinden (Milen, 1987; Hunter, 1988-a; Deminguez-Rojas ve ark., 1993; Rodrigues ve ark., 1999; Vanobbergen ve ark., 2001b), çürük gelişimine karşı alınan önlemler kapsamında toplumda florlu gargara ya da tablet kullanımının ne derece uygulandığını belirlemek amacıyla yaptığımız değerlendirmede çocukların %96'sının daha önce herhangi bir flor preparatı kullanmadığı anlaşılmıştır ($p<0,01$).

Birçok araştırmada, düzenli olarak diş hekimine giden çocuklardaki çürük prevelansının diğerlerine oranla daha düşük olduğu gösterilmiş (Stecksen-Blicks ve ark., 1985; Antunes ve ark., 2003) ancak bireylerin diş hekimine gitmelerinin sosyo ekonomik duruma bağlı olduğu (Petersen, 1990; Deminguez-Rojas ve ark., 1993; Litt ve ark., 1995; Freire ve ark., 1996; Marmot, 2000) ve sosyo ekonomik düzeyi düşük olan toplumlarda çocukların büyük çoğunluğunun tedaviden ziyade çekim için diş hekimine gittiği belirtilmiştir (Tang ve ark., 1997; Sweeny ve ark., 1999; Thomson ve ark., 2000). Bizim araştırmamızda da; çalışma grubunun standardizasyonu bakımından, toplumun çürük prevelansını etkileyen bir faktör olması nedeniyle diş hekimine gitme alışkanlığı ve diş hekimine gitme nedenleri değerlendirilmiş ve çocukların %67,9'sinin son 1 yıl içinde diş hekimine gitmediği ($p<0,01$), gidenlerin de büyük çoğunluğunun (%76,3) diş çekimi için gittiği ($p<0,01$), kontrol amaçlı giden çocukların oranının ise sadece %20,4 olduğu belirlenmiştir.

Tüm anket sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; çalışma grubunu oluşturmak üzere araştırma kapsamına alınan 572 çocuğun, doğma büyüme aynı bölgede yaşayan, sosyo ekonomik durumu düşük, eğitim düzeyleri aynı ve ağız-diş sağlığına verdikleri önem konusunda yaklaşımları birbirine benzeyen ailelerden geldikleri ve çürük gelişimi üzerinde rolü olduğu belirtilen diğer faktörler bakımından da genel olarak benzer koşullar altında yetiştirildikleri, ağız-diş sağlığı konusundaki davranış ve alışkanlıklarının benzer olduğu dolayısı ile hemen hemen aynı özelliklere sahip bir toplumu yansıttıkları öngörülmüştür.

İçme suyu ve topraktaki mineral içeriğinin de coğrafik bölgeler arasında farklılık gösterdiği ve diş minesinin mineral kompozisyonunun bireyin yaşadığı bölgedeki su ve besinlerin yapısında bulunan eser element konsantrasyonunu

yansıttığı gözlenmiştir. (Ockerse, 1943; Rothman ve ark., 1972; Zero, 1999). Nitekim; farklı bölgelerden elde edilen dişler üzerinde yapılan mine analizlerinde, mine kompozisyonu ve buna bağlı olarak mine çözünürlüğü bakımından bölgeler arasında gözlenen farklılığın bölgeler arasında eser elementler bakımından gözlenen farklılıktan kaynaklanabileceği ve bunun diş çürüğü üzerinde etkisi olabileceği ileri sürülmüştür (Wilkinson, 1959; Ludwig ve ark., 1960; Cutress, 1972; Rothman ve ark., 1972; Zero, 1999; Vanobbergen ve ark., 2001a). Çürük prevalansını etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu bilinen flor iyonunun içme sularındaki konsantrasyonu da bölgeler arası farklılık gösterdiği için (Ockerse, 1943; Federation Dentaire Internationale, 1988; Hunter, 1988; Winter, 1988; Murray ve ark., 1991; Leverett ve ark., 1993; Saemundsson ve ark., 1997; Vanobbergen ve ark., 2001a; Johnson, 2004) çalışma kapsamına alınan çocukların yaşadığı köylerin içme suyundan flor analizi yapılmış ve içme suyu flor düzeyi Aşağı Mahmutlar köyünde 0,2 ppm, Yukarı Mahmutlar köyünde ise 0,3 ppm olarak belirlenmiştir. Bu değerler WHO (WHO, 1996; WHO, 2006) tarafından tavsiye edilen optimum içme suyu flor iyonu düzeyinin (0,6 ppm) altında olduğu için her iki yerleşke için de içme suyu flor iyonu düzeyinin düşük olduğu ve çürük gelişimi bakımından belirleyici bir parametre olmadığı kabul edilmiştir.

Araştırma kapsamına alınan çocukların ağız içi muayenelerinde klinik olarak çürüksüz olduğu belirlenen alt süt ikinci azı dişlerinden olası aproksimal çürüklerin teşhisi ve fizyolojik kök rezorpsiyonunun değerlendirilebilmesi amacıyla taşınabilir dijital röntgen cihazı ile bite-wing ve periapikal radyografiler alınmıştır. Goren ve arkadaşlarının (2008) yaptıkları çalışmada taşınabilir röntgen cihazı kullanımının radyasyon güvenlik standartlarına uyduğu ve bireysel dozimetre kullanılmasının gerekli olmadığı belirtilmiştir. Yapılan radyasyon ölçümlerinde, alınan dozun tavsiye edilen değerlerin oldukça altında olduğu belirlenmiş ve bu nedenle gerek uygulayıcı gerekse hasta açısından bir risk taşımadığı sonucuna varılmıştır. Nitekim; üretici firma da cihazın geleneksel diş röntgen cihazlarının 1/7'si oranında radyasyon ürettiğini belirtmektedir. Bu nedenle, radyografilerin alınması sırasında zorunlu görülen korunma önlemleri dışında başka bir uygulamaya gereksinim duyulmamıştır.

Bu araştırmada, çekim endikasyonu olan çürüksüz sürekli diş temininin hemen hemen imkansız olması nedeniyle mine analizi için süt azı dişlerin kullanılması

uygun görülmüştür. Bunun yanı sıra; yaptığımız ön çalışmada, XRD analizi için ortalama 1g ağırlığında mine örneğine gereksinim olduğu gözlemlendiğinden yeterli miktarda mine örneği sağlayabilmek için araştırmamızda süt ikinci azıların (ortalama mine ağırlığı 0,958 g) kullanılması uygun görülmüştür. Ayrıca; periapikal radyografilerde üst azı dişlerin köklerinin durumu tam olarak değerlendirilemediğinden, çekim endikasyonu koyarken fizyolojik kök rezorpsiyonunun derecesini doğru belirleyebilmek bakımından alt süt azı dişleri çalışma kapsamına alınmıştır.

Çürüğün radyografik olarak görüntü verebilmesi için diş dokusunda % 40-60 oranında demineralizasyon olması gerektiği dolayısı ile başlangıç halindeki çürük lezyonlarının radyografik olarak gözlenemediği belirtilmektedir. (Wenzel ve ark., 1990; Ricketts ve ark., 1997; Kidd ve ark., 2003). 5 saniye hava ile kurutulduktan sonra diş yüzeyinde gözlenen opasite ve renk değişikliklerini (beyaz ve kahverengi lezyonlar) çürük olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda; klinik ve radyografik olarak çürüksüz olduğu belirlenen dişler çekimden sonra serum fizyolojik ve pomza yardımıyla temizlenip kurutularak büyüteç altında çürük tanımına uyan herhangi bir renkleşme ya da lezyon bulunup bulunmaması bakımından değerlendirildiler.

Diş çekimi yapılan ve DMFT indeksine göre çürüğe dirençli ya da çürüğe duyarlı olarak 2 gruba ayrılan 37 çocuğun ağız içi muayene sonuçları değerlendirildiğinde; mine opasitesi/hipoplazisi bulgusunun çürüğe duyarlı olan çocuklarda çürüğe dirençli olanlardakine göre önemli düzeyde daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Bu bulgu, çürüğe duyarlı bireylerde mine opasitesi/hipoplazisinin daha fazla görüldüğünü gösteren çalışmaların sonuçları ile uyumludur (Stamm ve ark., 1988; Li ve ark., 1994; Lai ve ark., 1997; Milgrom ve ark., 2000; Harris ve ark., 2004). Bunun yanı sıra; bireylerin çürüğe yatkınlığını belirleyen faktörlerden olan florozis (Stamm ve ark., 1988; Beck ve ark., 1992; Szpunar ve Burt, 1992; Hicks ve Flaitz, 1993; Mascarenhas, 1998) ve maloklüzyon (Federation Dentaire Internationale, 1988; Hicks ve Flaitz, 1993; Zero, 1999) bulgusuna rastlanmaması ve çürük oluşumu için önemli bir risk faktörü olarak kabul edilen oral hijyen indeksinin (Grindekjord ve ark., 1995) gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık göstermemesi ($p>0,05$) nedeniyle de her 2 grup çocuk

arasında çürük gelişimi üzerinde etkisi olabilecek faktörler bakımından ağız içi koşullarının benzer olduğunu söylemek mümkündür.

Anket sonuçlarına bakıldığında ise; çürüğe duyarlı ve dirençli çocuklar arasında anne ve babalarının eğitim düzeyi ve diş fırçalama alışkanlıkları bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Benzer şekilde, her 2 grup arasında; çürük gelişimi üzerinde rolü olduğu belirtilen diğer faktörler ile ağız-diş sağlığını etkileyecek uygulama, davranış biçimi ve alışkanlıklar bakımından da istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$). Ancak son 1 yıl içerisinde diş hekimine giden çürüğe duyarlı çocukların (%58,8) çürüğe dirençli olanlara göre (%25) istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Konu ile ilgili çalışmalarda, diş hekimine gitme sıklığının çürük prevenlansının bir göstergesi olduğu ve çürük prevelansındaki artışın diş hekimine gitme oranını arttırdığı belirtilmektedir (Beck ve ark., 1992; Bjertness ve Eriksen, 1992; Petersen ve ark., 2001; Kivwanuka ve ark., 2004). Bizim çalışmamızda da; DMFT indeksi düşük olan çocukların son 1 yıl içinde diş hekimine gitme oranının düşük olduğu, buna karşılık DMFT indeksi yüksek olan çocukların diş hekimine gitme oranının daha yüksek olduğu gözlenmiş ve bu çocukların %80'inin de sadece diş çekimi için hekime gittiği görülmüştür. Bu durumu, grupların DMFT indeksleri arasındaki farkın doğal sonucu olarak düşünmek mümkündür.

Buna göre; çürüğe duyarlı ve dirençli çocukların, eğitim düzeyleri ve ağız-diş sağlığına verdikleri önem konusundaki yaklaşımları aynı olan ailelerden geldikleri, çürük gelişimi üzerinde etkisi olabilecek faktörler bakımından aynı koşullar altında yetiştirildikleri; ağız-diş sağlığı konusundaki davranış ve alışkanlıkları ile çürüğe yatkınlık oluşturma bakımından değerlendirilen ağız içi bulguları arasında fark olmadığı görüldüğünden araştırma grubunun homojen bir toplum özelliği taşıdığını ve bu nedenle minenin yapısal/gelişimsel özelliklerinin çürük gelişimi üzerindeki etkisinin değerlendirilebilmesi için gerekli ve uygun koşulların oluştuğunu söylemek mümkündür.

Minenin yapısal/gelişimsel özelliklerinin bireysel faktör olarak çürük gelişimi üzerinde etkili olabileceği görüşü son 50 yıldır dikkatleri çekmiş (Cutress, 1972) ve yıllar içerisinde kristal yapı analiz yöntemlerinde meydana gelen gelişmeler bu konu

üzerinde çalışan araştırmacılara büyük olanaklar sağlamıştır. Araştırmacılar, minesinin yapısı ve reaktivitesinin değerlendirilmesinde çoğunlukla mine apatitinin sentetik bir modeli olarak kabul edilen karbonat apatitleri kullanmışlardır (Young, 1974; Besic ve ark., 1975; Roberts ve Roberts, 1979; LeGeros ve ark., 1983; Budz ve ark., 1987; Ellies ve ark., 1988; Vignoles ve ark., 1988; Nelson ve Barry, 1989; Nelson ve ark., 1989; Pleshko ve ark., 1991; Baig ve ark., 1996; Aoba, 1997). Biyolojik apatitler (mine, dentin, kemik) üzerinde yapılan çalışmalarda da karbonat iyonunun apatitlerin kristalinitesinin belirlenmesinde ve buna bağlı olarak mineral yapının çözünmesinde rolü olduğu gösterilerek karbonat iyonundan zengin olan mine apatitlerinin asitlere karşı duyarlı olacağı görüşü kesinlik kazanmıştır (Brudevold ve ark., 1960; Sobel, 1960; LeGeros, 1981; LeGeros ve Tung, 1983; LeGeros ve ark., 1983; Nelson ve ark., 1983; Aoba ve Moreno, 1984; Nelson ve ark., 1989; Sydney-Zax ve ark., 1991). Nitekim; kristal yapı içinde ağırlığın %3'ü oranında karbonat iyonu bulunduğu takdirde apatitin reaktivitesinin %70 oranında arttığı, bu oran %6,5 'a çıktığı zaman reaktivitedeki artışın %140'a yükseldiği gözlenerek karbonat iyonunun minenin çözünürlüğünü arttırarak diş çürüğü oluşumunu kolaylaştırabileceği ifade edilmiştir (Featherstone ve ark., 1983; Baig ve ark., 1996).

Minenin mineral yapısı ile çözünürlüğü arasındaki bu güçlü ilişkiye dayanarak; diş çürüğüne yatkınlık bakımından bireyler arasında gözlenen farkın, minenin karbonat iyon miktarının dolayısı ile mine çözünürlüğünün bireyler arasında farklılık göstermesinden kaynaklandığı görüşü birçok araştırmacı tarafından benimsenmiş (LeGeros ve ark., 1967; Cutress, 1972; Ingram, 1972; Robinson ve ark., 1972; Brown, 1974; David ve ark., 1974; Weatherell ve ark., 1974; Patel ve Brown, 1975; LeGeros, 1981; Nelson ve ark., 1982; LeGeros ve Tung, 1983; Budz ve ark., 1988; Sydney-Zax ve ark., 1991; Lammers ve ark., 1992; Shellis, 1996) ancak insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda bireysel farklılıklar ve standardizasyon sorunları nedeniyle kesin sonuçlar alınamadığı belirtilmiştir (LeGeros, 1981; Nelson, 1981; Goldberg ve ark., 1987; Moreno ve Aoba, 1991; Hsu ve ark., 1994; Dowker ve ark., 1999; Iijima ve ark., 1999).

Minenin yapısını analiz edebilmek için pek çok teknik kullanılmış olsa da; kristallerin iyonik yapısını inceleyen ve sonuçları açısından birbirini tamamlayıcı özellikteki X-Ray diffraction ve spektroskopik analiz yöntemlerinin birlikte

kullanılması minenin atomik yapısı hakkında yeterli bilgi edinilmesine olanak sağlamıştır (Trautz, 1955; LeGeros ve ark., 1969; Elliott, 1973; Besic ve ark., 1975; Chickerur ve ark., 1980; LeGeros ve Suga, 1980; Young ve Mackie, 1980; LeGeros, 1981; Montel ve ark., 1981; Okazaki ve ark., 1981; Featherstone ve ark., 1983; LeGeros ve Tung, 1983; Nelson ve ark., 1983; Okazaki, 1983; Mayer ve ark., 1985; Okazaki ve ark., 1986; Ellies ve ark., 1988; Vignoles ve ark., 1988; Aoba ve Moreno, 1990; Shimoda ve ark., 1990; Pleshko ve ark., 1991; Rey ve ark., 1991; Sydney-Zax ve ark., 1991; Hsu ve ark., 1994; Iijima ve ark., 1994; Baig ve ark., 1996; Gadaleta ve ark., 1996; LeGeros ve ark., 1996; Baig ve ark., 1999; Fleet ve Liu, 2003; Fleet ve Liu, 2004). Bu nedenle, çalışmamızda; mine apatit kristalinin kristalografik özelliklerinin ve atomik/moleküler yapısının analiz edilebilmesi için bu 2 tekniğin birlikte kullanılması uygun görüldü.

XRD ve FT-IR analiz yöntemlerinde kullanılmak üzere saf mine tozu örneğine gereksinim olduğundan, minenin mekanik ya da kimyasal yöntemlerle dentinden ayrıştırılması önerilmiştir. Mekanik ayrıştırma yöntemi, diş kuronunun büyük parçalara bölünmesinden sonra her parçadaki dentin dokusunun, mine ve dentinin farklı renkte olmaları veya organik içeriklerinin farklı olmasından dolayı yüksek frekanstaki UV lambası altında farklı görüntü vermeleri sayesinde ayırt edilerek tur yardımıyla mineden uzaklaştırılması esasına dayanır. Ancak mekanik ayrıştırma yönteminin iki önemli dezavantajı vardır. Bunlardan birincisi, uygulayıcının hatasına bağlı olarak mine içerisinde dentin artığı kalması riskidir. Dentin dokusunda, mineye göre çok daha fazla (yaklaşık ağırlık olarak %6,6) karbonat iyonu bulunduğu (Trautz, 1955; Armstrong, 1964; Weatherell ve Robinson, 1968; Holager, 1970; Moreno ve Aoba, 1991; Dorozhkin ve Epple, 2002) dentin tam olarak kaldırılamazsa mine tozu içerisinde kalan dentin artıkları araştırma sonuçlarını büyük oranda etkileyebilmektedir. İkincisi ise, dentin artıklarının mine örneği içerisine karışmasından kaçınmak için mine–dentin sınırında dentin ile birlikte bir miktar da minenin kaldırılmasıdır. Karbonat iyon miktarı, mine yüzeyinden mine–dentin sınırına doğru arttığı ve mine–dentin sınırında en yüksek değerine ulaştığı için (Weatherell ve ark., 1968; Theuns ve ark., 1986; Wilson ve Beynon, 1989; LeGeros ve ark., 1996; Shellis, 1996; Wentrup-Byrne ve ark., 1997; Robinson ve ark., 2000) bu kısmın dentinle birlikte kaldırılması minenin karbonat iyonu miktarının gerçek

değerinden daha az hesaplanmasına neden olur. Ayrıca bu durumda, elde edilen mine miktarı da azalacağından (IAEA, 2002) XRD analizi için gerekli asgari mine örneğinin elde edilmesi mümkün olmaz. Bu nedenle, çalışmamızda, saf mine tozu örneğini elde edebilmek için kimyasal bir ayrıştırma yöntemi olan Manly ve Hodge'un yüzdürme tekniği kullanılmıştır (Manly ve Hodge, 1939). Bu yöntemin uygulanması, uygulayıcının becerisine bağlı olmayıp özel bir yetenek de gerektirmemektedir. (IAEA, 2002). Ayrıca bu yöntemle %99 saflıkta mine tozu elde edilebilmekte ve madde kaybı (% 1,7) çok az olmaktadır (Manly ve Hodge, 1939; Lazzari, 1976). Bu nedenle, yüzdürme tekniğinin pek çok araştırmacı tarafından mekanik ayrıştırma yöntemine tercih edildiği görülmektedir. (Jenkins ve ark., 1952; Asgar, 1956; Zenewitz, 1958; Landis ve Shapiro ve Hartles, 1965; Coklica ve Brudevold, 1966; Burnett ve Holcomb ve Young, 1980; Navarro, 1983; Shellis ve ark., 1993; Shellis ve ark., 1997; IAEA, 2002). Nitekim; Coolidge ve Jacobs'un (1957), yüzdürme tekniği ile ayrıştırılan daimi diş mine örneklerinde ağırlık olarak % 3 oranında, aşındırma ile elde edilen mine örneklerinde ise ağırlık olarak %1,95 oranında karbonat bulunduğunu göstermeleri, karbonat iyon miktarının tayininde mine ve dentinin ayrıştırılma yönteminin ne denli önemli olduğunu göstermektedir.

Sentetik ve biyolojik apatitlerden karbonat iyon miktarı tayini gaz/katı kromatografisi, mikrodifüzyon ve termogravimetrik analiz yöntemleri gibi kimyasal tekniklerle yapılmakla birlikte (Holager, 1970; Doi ve ark., 1982; Featherstone ve ark., 1983; Vignoles ve ark., 1987), bu yöntemlerle hidroksil iyonu (Tip A) ve fosfat iyonu pozisyonundaki (Tip B) karbonat iyonu miktarlarını belirlemek mümkün olamamaktadır (Trautz, 1955). Ayrıca bunlar son derece karmaşık yöntemler olup az miktardaki örnekle çalışılamadığı gibi mine örneklerine göre uyumlandırılıp özel olarak da kalibre edilmeleri gerekmektedir (Featherstone ve ark., 1984). Bu nedenle araştırmamızda Tip A ve Tip B karbonat iyonu miktarının ve kristal yapı içerisindeki toplam karbonat iyonu miktarının hesaplanmasında FT-IR analiz yönteminin kullanılması tercih edilmiştir. Hesaplamalar, hem Sonju Clasen ve Ruyter (1997) tarafından önerilen FT-IR spektrumu üzerinden (1.Yöntem) hem de Featherstone ve arkadaşlarının (1984) önerdiği FT-IR spektrumu üzerinden (2.Yöntem) hesaplanmıştır. Sonju Clasen ve Ruyter'in yöntemi (1.Yöntem) daha önce başka bir çalışmada kullanılmadığı için, bu yöntemle elde edilen sonuçları, doğruluğu ve

güvenilirliği çok sayıda çalışmada kanıtlanmış olan Featherstone ve arkadaşlarının yöntemi ile (2.Yöntem) (Mayer ve ark., 1985; Budz ve ark., 1987; Ellies ve ark., 1988; Mayer ve ark., 1988; Nelson ve ark., 1989; Sydney-Zax ve ark., 1991) karşılaştırma olanağı da elde edilmiş oldu.

Buna göre; ikinci yöntemle elde edilen toplam karbonat iyonu miktarı çürüğe duyarlı çocuklarda ortalama olarak %3,31; çürüğe dirençli çocuklarda %3,18 olarak (Şekil 3.5.), birinci yöntemle elde edilen karbonat miktarı ise çürüğe duyarlı çocuklarda %3,57; çürüğe dirençli çocuklarda %3,44 olarak hesaplanmıştır. (Şekil 3.3.) Birinci yöntemle hesaplanan karbonat iyonu miktarının her zaman daha fazla olduğu görülmüştür. Zira; ikinci yöntemde karbonat miktarı hesaplanırken, FT-IR spektrumunda karbonatın büyük kısmını oluşturan Tip B karbonata ait olan 1415 cm^{-1} piki kullanılmıştır (Elliott ve ark., 1985; Mayer ve ark., 1988; Vignoles ve ark., 1988; Aoba, 1997; Fleet ve Liu, 2005). Birinci yöntemde ise, FT – IR spektrumundaki Tip B karbonat iyonuna ait 1415 cm^{-1} pikinin yanı sıra Tip A karbonat iyonuna ait 1545 cm^{-1} piki de (Elliott ve ark., 1985; Mayer ve ark., 1985; Mayer ve ark., 1988; Aoba, 1997; Fleet ve Liu, 2005) kullanılmış ve her iki pikten elde edilen değerler toplanmıştır. Birinci yöntemde, Tip B karbonat iyon miktarı çürüğe duyarlı çocuklarda %3,18; çürüğe dirençli çocuklarda %3,07 iken ikinci yöntemde elde edilen karbonat iyon miktarı (Tip B) çürüğe duyarlı çocuklarda %3,31; çürüğe dirençli çocuklarda %3,18 olarak hesaplanmıştır. Her 2 yöntemle elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında aradaki farkın %10'luk hata payı içerisinde olduğu görüldüğünden (Featherstone ve ark., 1983; Sydney-Zax ve ark., 1991) yöntemler arasındaki farkın önemsiz olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda, toplam karbonat iyonu miktarı (birinci yöntem) çürüğe duyarlı çocuklarda %3,57; çürüğe dirençli çocuklarda ise %3,44 olarak bulunurken (Şekil 3.3.), Sonju Clasen ve Ruyter (1997) süt dişi minesindeki toplam karbonat iyon miktarını $\% 2,23 \pm 0,08$ olarak hesaplamışlardır. Sonuçlar arasındaki farkın, araştırmacıların mine ve dentini mekanik olarak ayrıştırmasından kaynaklandığı düşünülebilir zira mekanik yöntemle dentinin mineden ayrıştırılması sırasında bir miktar mine kaybı olabileceği bilinmektedir (IAEA, 2002). Nitekim; konu ile ilgili çalışmaların birçoğunda süt dişi minesinin karbonat iyonu miktarları açısından çok farklı sonuçlar alındığı görülmektedir. Bunun da; yöntemsel farklılıkların yanı sıra

bireyin yaşadığı coğrafya, bölgedeki içme suyu flor düzeyi ve bireyin beslenme farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği belirtilmektedir (Le Fevre ve Hodge, 1937; Asgar, 1956; Paynter ve Grainger, 1956; Wilkinson, 1959; Nikiforuk ve ark., 1962; Cutress, 1972; Cevc ve ark., 1980). Bu nedenle süt dişi minesinin karbonat iyonu miktarına ilişkin bulgularımızı diğer çalışmalarla karşılaştırmanın çok anlamlı olmayacağı düşünülmüştür.

Çalışmamızda elde edilen verilere göre; çürüğe duyarlı çocukların DMFT indeksleri ile (5,59) dirençli çocukların DMFT indeksleri (0,5) arasında belirgin bir fark olduğu gözlemlendiğinden ($p<0,01$), minenin karbonat iyon miktarındaki küçük değişimlerin minenin çözünürlüğünü büyük oranda etkilemiş olduğunu söylemek mümkündür. Nitekim; yapılan araştırmalar, çürüğün başlangıç döneminde mineral kaybı çok az olmasına rağmen oluşan porözitenin minenin çözünmesi için yeterli olduğunu göstermektedir. Bu durumun, karbonat iyonunun mine içerisindeki dağılımı ile ilişkili olduğunu düşünmek mümkündür (Mortimer, 1970; Poole ve ark., 1981; Tyler ve ark., 1982; Theuns ve ark., 1983). Zira, karbonat iyonlarının mine içinde rastgele dağılmadığı ve çoğunlukla prizmaların dış kısmındaki apatit kristalleri ile interprizmatik alanda lokalize olduğu belirtilerek çözünmenin ilk olarak apatit kristalin periferinden başlayarak prizmanın merkezine doğru ilerlediği, interprizmatik alandaki prizma bağlantılarının da çözünmesiyle minenin daha poröz bir hale geldiği ve bunun asitlerin mine içerisine geçişine olanak sağlayan difüzyon kanallarının oluşmasına yol açtığı gösterilmiştir. Böylece asitlerin mine içerisinde daha derin kısımlara ulaşabildiğine dikkat çekilmiştir (Wiemann ve Besic, 1973; Poole ve ark., 1981; Theuns ve ark., 1986; Shellis, 1996; Robinson ve ark., 2000). Süt dişlerinde; prizma bağlantılarının yoğun olmadığı ve karbonat başta olmak üzere kolay çözünen iyonların yüksek miktarlarda bulunduğu, mine yüzeyinden mine-dentin sınırına doğru giderek karbonat miktarının arttığı, mine yoğunluğunun azaldığı ve porözitenin arttığı belirtilerek çözünme reaksiyonunun mine-dentin sınırına doğru hızlanarak devam ettiği ve bunun diş çürüğünün ilerlemesinde önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Johnson, 1967; Hamilton ve ark., 1972; Wiemann ve Besic, 1973; Brudevold ve ark., 1976., Shellis, 1984; Pearce ve Nelson, 1989; Thylstrup ve Fejerskov, 1994; LeGeros ve ark., 1996; Shellis, 1996; Wentrup-Byrne ve ark., 1997; Anderson ve Elliott, 2000; Iijima ve Takagi, 2000).

Tip A ve Tip B karbonat iyon miktarları karşılaştırıldığında ise, çürüğe duyarlı çocuklardan alınan mine örneklerinde Tip A ve Tip B karbonat iyon miktarlarının (ağırlık olarak; Tip A $0,39 \pm 0,0020$, Tip B $3,18 \pm 0,012$) çürüğe dirençli olanlardakine göre (ağırlık olarak; Tip A $0,37 \pm 0,0013$, Tip B $3,07 \pm 0,011$) istatistiksel olarak önemli derecede daha fazla olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.1., Şekil 3.2.). Ancak, Tip A karbonat iyonunun Tip B karbonat iyonuna oranı; çürüğe duyarlı çocuklarda, çürüğe dirençli olanlardakine göre (%12.2 ve %12) istatistiksel olarak önemli oranda fazla olduğu için ($p < 0.05$) (Şekil 3.4.), çürüğe duyarlı çocuklarda Tip A karbonat iyonu miktarındaki artışın Tip B karbonat iyonundaki artıştan daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum, karbonat iyonunun çürük prevelansı üzerindeki etkisinin esas olarak Tip A pozisyonundaki karbonat iyonundan kaynaklandığını düşündürür. Nitekim, kristal yapıya Tip A pozisyonunda giren karbonat iyonlarının Tip B karbonat iyonlarına oranla kristal yapıda çok daha büyük bir distorsiyona neden olduğu ve bu nedenle çürük gelişiminden sorumlu tutulduğu belirtilmektedir (Elliott, 1964; Young, 1974; Holcomb ve Young, 1980; Bacquet ve ark., 1981; Nishino ve ark., 1981; Vignoles ve ark., 1988; Beshah ve ark., 1990; Aoba, 1997; Sonju Clasen ve Ruyter, 1997; Penel ve ark., 1998; Fleet ve Liu, 2003).

Kristal yapıda meydana gelen distorsiyonlar, yer değiştiren iyonlar arasındaki boyutsal farklılıktan kaynaklanmaktadır. Örneğin; karbonat iyonundaki O-O mesafesi $2,11 \text{ Å}$ iken hidroksil iyonundaki O-H mesafesi $0,99 \text{ Å}$, fosfat iyonundaki O-O mesafesi ise $2,54 \text{ Å}$ 'dur. Buna göre; düzlemsel karbonat iyonu Tip A pozisyonunda kristal yapıya girdiği takdirde hidroksil iyonundan daha büyük olduğu için kristalin birim hücrenin a eksenini uzunluğunda belirgin bir artışa yol açmakta, Tip B pozisyonunda girdiği takdirde ise tetrahedral şekilli fosfat iyonundan daha küçük olduğu için birim hücrenin a ekseninde kısılmaya neden olmaktadır (LeGeros ve ark., 1969; LeGeros, 1981; Montel ve ark., 1981; Doi ve ark., 1982; LeGeros ve Tung, 1983; Shimoda ve ark., 1990; Barralet ve ark., 1998). Ancak; hidroksil pozisyonundaki karbonat iyonu, ağırlığının her %1'lik kısmı için birim hücrenin a eksenini uzunluğunda $0,026 \text{ Å}$ 'luk artışa neden olurken; fosfat pozisyonundaki karbonat iyonu, ağırlığının her %1'lik kısmı için a ekseninde sadece $0,006 \text{ Å}$ 'luk kısılmaya neden olmaktadır (Young, 1974; Nishino ve ark., 1981; Vignoles ve ark.,

1988). Bu nedenle, karbonat iyonunun fosfat iyonu ile yer değiştirmesiyle birim hücrenin a ekseninde dikkate değer bir kısalma beklenemeyeceği ileri sürülmüş (Elliott, 1973) ve a eksen uzunluğundaki artışın baş sorumlusunun Tip A pozisyonundaki karbonat iyonu olduğu savunulmuştur (LeGeros, 1981). Çalışmamızda da, mine kristallerinin birim hücre a-ekseni uzunlukları karşılaştırıldığında, çürüğe duyarlı olan çocukların mine kristallerinin birim hücre a-ekseninin ($9,456 \pm 0,00032 \text{ Å}$) çürüğe dirençli olanlardakine göre ($9,451 \pm 0,00041 \text{ Å}$) istatistiksel olarak önemli derecede daha uzun olduğu görülmüş ($p < 0,01$) (Şekil 3.6.) ve bunun çürüğe duyarlı olan çocuklarda Tip A karbonat iyonu miktarının Tip B'dekine oranla daha fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Ağız içi ortamını yansıtan koşullarda sentezlenen karbonat apatitlerde yapılan çalışmalarda; kristalin yapısına giren toplam karbonat iyon miktarı (Tip A ve B) ağırlık olarak %4'lük orana ulaşıncaya kadar birim hücre a ekseninin uzadığı, ancak yapıya bu oranın üzerinde karbonat girdiğinde Tip A karbonat iyonlarının Tip B pozisyonuna kayması nedeniyle a ekseninin kısaltmaya başladığı görülmüştür (Vignoles ve ark., 1988; Shimoda ve ark., 1990; Barralet ve ark., 1998). Buna göre; çalışmamızda, çürüğe duyarlı ve dirençli çocuklardan elde edilen toplam karbonat iyonu miktarı dikkate alındığında (%3.57 ve %3.44) mine kristallerinin birim hücre a eksen uzunluğunun hemen hemen en yüksek değerinde olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmacılar, birim hücre a eksenindeki kısaltmada kristal yapıya katılan diğer iyonların da rolü olabileceğini düşünmüşler ve yapılan çalışmalarda flor iyonunun yapıya girmesiyle a ekseninde küçük bir kısalma olurken (ağırlık olarak her %1 için $0,013 \text{ Å}$), karbonat iyonunun da fosfat iyonu ile yer değiştirmesiyle birlikte her birinin birim hücre a eksen üzerindeki toplam etkisinden daha büyük bir kısalma meydana geldiği gösterilmiştir (Trautz, 1955; LeGeros, 1967; Shimoda ve ark., 1990). Ancak; içme suyu flor iyonu konsantrasyonu düşük olan bölgelerde yaşayan bireylerin hem süt hem de daimi dişlerindeki flor iyonu miktarı içme suyu 1 ppm flor iyonu içeren bölgelerdekine göre çok daha az olduğu için (Brudevold ve ark., 1956; Margolis ve Moreno, 1990), çalışmamızın yürütüldüğü bölgedeki çürüğe duyarlı çocuklarda Tip A karbonat iyonu miktarına bağlı olarak a-eksen uzunluğunda meydana gelen artışın flor iyonu tarafından dengelemesi mümkün görünmemektedir.

Mine kristallerinin birim hücre c–ekseni uzunluklarını karşılaştırdığımızda ise; çürüğe duyarlı olan çocukların mine kristallerinin birim hücre c–eksenlerinin ($6,880 \pm 0,00017 \text{ Å}$) çürüğe dirençli olanlardakine ($6,881 \pm 0,00016 \text{ Å}$) göre istatistiksel olarak önemli derecede daha kısa olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.7.). Sentetik apatitler kullanılarak yapılan çalışmalarda; Tip A ve Tip B karbonat iyonlarının kristallerin birim hücre c eksenini üzerindeki etkisinin, a eksenini üzerindeki etkisine göre çok daha az ancak ters yönde olduğu belirlenmiştir. Karbonat iyonunun hidroksil iyonu ile yer değiştirdiği durumda (Tip A), birim hücrenin c eksenini uzunluğunun biraz kısaldığı, karbonat iyonunun fosfat iyonu ile yer değiştirdiği durumda (Tip B) ise c eksenini uzunluğunun biraz arttığı görülmüştür (LeGeros ve ark., 1969; LeGeros, 1981; LeGeros ve Tung, 1983; Barralet ve ark., 1998).

Karbonat iyonu miktarının artması ile kristallerin birim hücre uzunluğunun genişliğine oranının (c/a) azaldığı görülmüştür (Shimoda ve ark., 1990). Dolayısı ile kristaller daha geniş ve basık bir görünümündedir. Yapılan çalışmalarda, karbonatsız apatitlerin uzun iğneye benzer kristaller şeklinde olmasına karşın karbonatın iyonunun apatit yapısına girmesiyle birlikte kristalin c–ekseninin kısılp, a ekseninin uzadığı dolayısı ile kristalin daha kübik bir şekil aldığı gösterilmiştir (LeGeros ve ark., 1967; LeGeros, 1981). Bizim çalışmamızda da, çürüğe duyarlı çocuklarda mine kristallerinin c–ekseni uzunluğunun a–ekseni uzunluğuna oranının ($c/a = 0,7275 \pm 0,0005$) çürüğe dirençli olanlardakine ($c/a = 0,7280 \pm 0,0008$) göre istatistiksel olarak önemli derecede daha küçük olduğu gözlenmiştir ($p < 0,01$) (Şekil 3.8.).

Mine kristallerinin hacimlerini karşılaştırdığımızda ise, çürüğe duyarlı çocukların mine kristallerinin ($532,761 \pm 0,039 \text{ Å}$) çürüğe dirençli olanlardakine ($532,341 \pm 0,042 \text{ Å}$) göre daha büyük olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0,01$) (Şekil 3.9.). Karbonat apatit kristallerinin a ve c eksenini uzunlukları karşılaştırıldığında; karbonat iyonlarının hidroksil iyonları ile (Tip A) yer değiştirmesi sonucu kristallerin c eksenini uzunluğunda meydana gelen azalmanın çok az olduğu ancak a eksenini uzunluğundaki artışın her zaman daha fazla olduğu dolayısı ile kristal hacminin de buna bağlı olarak büyüdüğü belirtilmiştir (Elliott, 1994). Bizim çalışmamızda da; çürüğe duyarlı çocuklardan elde edilen mine örneklerine ait apatit kristallerinin, çürüğe dirençli olan çocuklardakine oranla daha

büyük olması, çürüğe duyarlı olan çocukların mine apatit kristallerinde Tip A karbonat iyonu miktarının daha fazla olması ile ilişkilendirilebilir. Ancak; son yıllarda yapılan çalışmalarda, minenin apatit yapısının çözünürlüğünün kristalin boyutundan ziyade “kristalinite”si ile ilişkili olduğu ileri sürülmüştür (Okazaki ve ark., 1981; Featherstone ve ark., 1983; Rey ve ark., 1991; Baig ve ark., 1996; LeGeros ve ark., 1996; Baig ve ark., 1999). “Kristalinite”, kristal boyutundaki değişiklikler ile kristal yapıdaki bozukluk/defektleri kapsayan bir tanımdır. Ancak; kristalinitenin bu iki komponenti ayrı ayrı değerlendirildiğinde, karbonat apatitlerin çözünürlüğünün kristal boyutundan ziyade kristal yapıda oluşan defektlerden etkilendiği gözlenerek kristaliniteyi öncelikle kristal yapıdaki defektlerin belirlediği sonucuna varılmıştır (Nelson, 1981; Featherstone ve ark., 1983; LeGeros ve Tung, 1983; Ellies ve ark., 1988; Rey ve ark., 1991; Baig ve ark., 1996; LeGeros ve ark., 1996; Baig ve ark., 1999). Nelson ve arkadaşları da, XRD piklerindeki genişlemelerin büyük oranda kristal ağdaki bozulmalardan kaynaklandığını, kristal boyutunun bu genişlemeler üzerindeki dolayısı ile kristalinite üzerindeki etkisinin %5-10 oranında olduğunu belirtmektedirler (Nelson ve ark., 1982). Nitekim; çalışmamızda da çürüğe duyarlı çocuklardaki mine kristallerinin hem a hem de c-ekseni doğrultusundaki kristalinitelerinin çürüğe dirençli olanlardakine göre istatistiksel olarak önemli derecede daha düşük olduğu görülmüştür ($p<0,01$) (Şekil 3.10., Şekil 3.11.). c-ekseni doğrultusundaki kristalinite değerinin a-ekseni doğrultusundaki kristalinite değerine oranı karşılaştırıldığında ise bu oranın, çürüğe duyarlı olan grupta (ortalama olarak $1,35\pm0,0016$) çürüğe dirençli olanlardakine (ortalama olarak $1,39\pm0,0024$) göre istatistiksel olarak önemli derecede küçük olduğu gözlemlendiğinden ($p<0,01$) (Şekil 3.12.), çürüğe duyarlı olan çocuklarda mine kristallerinin a-ekseni doğrultusundaki kristalinitesinin c-ekseni doğrultusundaki kristalinitesine göre daha düşük olduğunu söylemek mümkündür ($p<0,01$). Apatit kristalinin yapısına giren karbonat iyonunun, hem c hem de a eksen yönündeki kristalinite azalmaya neden olduğu kabul edilse de, konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda da karbonat iyonunun esas olarak a eksen yönündeki kristaliniteyi etkilediğinin gösterilmiş olması (Chickerur ve ark., 1980; Nelson ve ark., 1982) bu bulgumuzu desteklemektedir.

Karbonat iyonu dışında, apatit kristalinin yapısına girerek diş minesinin yapısı ve stabilitesini etkileyen flor iyonunun minenin çözünürlüğü üzerinde önemli derecede etkili olduğu gösterilmiştir (Nelson ve ark., 1983; Aoba, 1997). Çalışmalarda, flor iyonunun apatit kristalinin atomik ağı içerisinde hidroksil iyonu ile yer değiştirmesinin apatit kristalinin birim hücre c ekseninde belirgin bir değişiklik meydana getirmemesine karşın a eksenini uzunluğunu azalttığı ve kristalin küçülmesine neden olduğu görülmüştür. Kristalin küçülmesine bağlı olarak kristalin atomik yoğunluğunun arttığı, flor iyonu ile diğer iyonlar arasındaki elektrostatik bağların güçlendiği ve asitlere dirençli florapatit (florhidroksiapatit) kristalinin oluşmasıyla apatit yapının kimyasal stabilitesinin kuvvetlendiği gözlenmiştir (Young ve ark., 1969; LeGeros ve Suga, 1980; Nelson ve ark., 1982; Nelson ve ark., 1983; Silverstone ve ark., 1988; Margolis ve Moreno, 1990; Aoba, 1997; Robinson ve ark., 2000; Aoba, 2004; Hicks ve ark., 2004-a; Hicks ve ark., 2004-b). Flor iyonu, apatit kristal ağı içerisine kolaylıkla girerek minenin asitler karşısındaki çözünürlüğünü azaltması nedeniyle günümüzde çürük önleyici uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Aoba, 2004). Geçmişte, flor iyonunun dişin sürmesinden önce sistemik yolla çocuklara verilmesiyle gelişim aşamasında mine yapısına katılması ve çürük riskine karşı koruyuculuk oluşturması beklenmiştir (Margolis ve Moreno, 1990; Aoba, 2004; Hicks ve ark., 2004-b). Ancak; minenin gelişimi sırasında sistemik yoldan mine yapısına katılan flor iyonunun, mine matriksi mineralize olurken protein matriksle birlikte ortamdan uzaklaştığı dolayısı ile gelişim evresinde minenin flor iyonu miktarının düştüğü gözlenmiştir (Weatherell ve ark., 1975; Robinson ve Kirkham, 1990; Aoba, 1997). Yapılan çalışmalarda, minenin mineralizasyonu esnasında yapıya giren flor iyonu miktarının toplam mine ağırlığının % 0,05'i kadar olduğu ve bu oranın içme suyu florlanmış bölgelerde ancak %0,1-0,2'ye çıkabildiği gösterilmiştir (Aoba, 1997). Buna göre, kalsifikasyon esnasında mine matriksi yoluyla apatit kristalinin yapısına giren flor iyonu miktarının çok az olduğu (Brudevold ve ark., 1956; Nelson ve ark., 1983) ve bunun da mine çözünürlüğünü etkileyecek düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır (Margolis ve Moreno, 1990; Thylstrup ve Fejerskov, 1994). Brudevold ve arkadaşları (1956), minenin yapısına giren flor iyonu miktarının ortamdaki flor iyonu miktarına bağlı olarak değiştiğini ancak bu değişikliğin büyük oranda mine yüzeyinde gerçekleştiğini

gözlemişlerdir. Nitekim; Kay ve arkadaşları (1964), flor iyonu miktarının yüksek olduğu bölgelerde mine yüzeyindeki flor konsantrasyonunun 3000-5000 ppm'e ulaştığını, flor iyonu miktarının düşük olduğu bölgelerde ise bu değerin 1000-2000 ppm arasında olduğunu ancak mine yüzeyinin 10-20 µm altında 50 ppm'e kadar düştüğünü göstermişlerdir. Flor iyonunun çürük önleyici etkisinin sadece mine yüzeyi ile sınırlı olduğunu, minenin iç kısımlarında çözünürlüğün flor iyonundan etkilenmediğini gösteren araştırmacıların bulguları da bununla uyumludur (Jenkins ve ark., 1952; Brudevold ve ark., 1956; Mir ve Higuchi, 1969; Nelson ve ark., 1983; Margolis ve Moreno, 1990; Aoba, 2004; Hicks ve ark., 2004-b). Shellis ve arkadaşları (1984) ise, süt dişlerinde çürük kavitesinin derinliği ile minenin flor iyonu miktarı arasında bir ilişki olmadığını; çözünürlüğün, minenin flor iyonu içeriğinden ziyade minenin yoğunluğu ile ilişkili olduğuna dikkat çekmektedirler. Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde, apatit kristalinin asit reaktivitesini esas olarak karbonat iyonunun belirlediği; flor iyonunun ise karbonat iyonunun, apatit kristalinin asit reaktivitesi üzerindeki etkisini değiştirerek çözünürlüğü etkilediği görülmektedir (LeGeros ve ark., 1977; Okazaki, 1983; Aoba, 1997; Robinson ve ark., 2000). Ancak flor ve karbonat iyonları arasındaki etkileşim konusunda araştırmacılar arasında bir fikir birliği bulunmamaktadır (Simpson, 1972). Nikiforuk ve arkadaşları (1962), içme suyu flor iyonu miktarı yüksek olan bir bölgeden (1,6 ppm) elde edilen süt dişlerinde mine ağırlığının $\% 3,43 \pm 0,06$ oranında karbonat iyonu bulunduğunu, düşük olan bölgeden elde edilenlerde ise, bu oranın $\%3,70 \pm 0,05$ olduğunu gözleyerek flor iyonunun çürük önleyici etkisinin, sadece florapatit oluşumuyla değil karbonat iyonu miktarında azalmaya neden olmasıyla gerçekleştirdiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde LeGeros ve Suga (1980), flor iyonunun balık minelerinde çok yüksek düzeyde olduğunu (ağırlık olarak $\%3,6$), karbonat iyonu miktarının ise çok az olduğunu gözleyerek, flor iyonlarının apatit yapının kristalizasyon hızını arttırdığını dolayısı ile karbonat iyonu gibi saflık bozucu iyonların yapıya girmesi için yeterli sürenin kalmamış olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu açıklama; flor iyonlarının, OCP kristallerinin apatit kristallerine hidrolizini hızlandırarak mine gelişiminde rol oynadığı konusunda fikir birliği olması nedeniyle (Varughese ve Moreno, 1981; Robinson ve Kirkham, 1990) mantıklı gözükmektedir. Ancak; insan minesini ile ilgili çalışmalarda, minenin oluşumu

esnasında ortamda bulunan flor iyonlarının apatit yapıya giren karbonat iyonu miktarını etkilemediği gözlemlendiğinden, bunun, minenin olduğu ortamdaki flor iyonu konsantrasyonunun karbonat iyonlarının girişini engelleyecek kadar yüksek olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür (Okazaki, 1983; Shimoda ve ark., 1990). Featherstone ve arkadaşları ise insan minesini ile aynı karbonat iyonu içeriğine (ağırlık olarak %3) sahip olan sentetik karbonat apatitler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, fizyolojik koşullara uygun olarak 1 ppm flor bulunan ortamda, kristal yapı içerisine giren flor iyonu miktarının çok az olduğunu ve bu miktardaki flor iyonunun da tek başına apatit kristallerinin kristalinitesini arttırmadığını ve asitler karşısındaki çözünürlüğünde önemli bir azalma sağlamadığını gözlemişlerdir (Featherstone ve ark., 1983). Son yıllarda yapılan çalışmalar, flor iyonunun apatit kristalinin yapısındaki hidroksil iyonları ile yer değiştirdiğini dolayısı ile hidroksil iyonları ile yer değiştirecek olan karbonat iyonlarının fosfat iyonlarına yöneldiğini ve buna bağlı olarak Tip A karbonat iyonu miktarı azalırken Tip B karbonat iyonu miktarının arttığını dolayısı ile toplam karbonat iyonu miktarının değişmediğini göstermiştir (Featherstone ve ark., 1983). Bu nedenle, teorik olarak kristal yapı içinde Tip A karbonat iyonu miktarının azalması ve yerine flor iyonlarının geçmesiyle kristalinitenin artacağı ve apatit yapının asitler karşısındaki çözünürlüğünün azalacağı düşünülse de (Feagin ve ark., 1980), epidemiyolojik çalışmaların sonuçları sistemik flor uygulamasının diş çürüğünü azalttığını fakat tamamen engelleyemediğini dolayısı ile çürük insidansı üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir. (Margolis ve Moreno, 1990; Aoba, 2004). Bunun yanı sıra; flor iyonu konsantrasyonu farklı olan bölgelerden elde edilen dişlerin minelerinin çözünürlüklerinin benzer olduğu buna karşın flor iyonu konsantrasyonu benzer olan bölgelerden elde edilen dişlerin minelerinin çözünürlük özelliklerinin ise farklı olduğu görüldüğünden, diş minelerinin çözünürlükleri arasındaki farkın sadece flor iyonu varlığı ile açıklanamayacağı ifade edilmiştir (Isaac, 1958; Cutress, 1972).

Sonuç olarak; mine çürüğünün karmaşık bir kimyasal olay olduğu, çürüğün ortaya çıkmasında ağız içerisindeki koşullar kadar minenin gelişimsel/yapısal özelliklerinin de önemli olduğu ve mine minerallerinin dişin çözünürlüğünde kritik bir öneme sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından gündeme getirilmiş ve flor alımının yanı sıra karbonat gibi mine apatitinin stabilitesini azaltan iyonların kristal

yapıdan uzaklaştırılmasıyla minenin çözünürlüğünün azaltılabileceği öngörülmüştür. Buna göre; yeni iyon kombinasyonları ile daha stabil bir yapının oluşturulması için çaba gösterilmesini öneren araştırmacılar bunun artık belki de “apatit”ten başka bir şey olması gerektiğini söylemektedirler (Featherstone ve ark., 1983; Robinson ve ark., 2000).

SONUÇ

Sosyo-kültürel düzeyleri aynı ve çürük gelişimi üzerinde etkisi olabilecek faktörler bakımından aynı koşullar altında yetişmiş, çürüğe yatkınlık oluşturması bakımından ağız içi bulguları arasında fark bulunmayan homojen bir grup içindeki çürüğe duyarlı ve çürüğe dirençli çocuklardan elde edilen dişlere ait mine örneklerinde, kristal yapı içindeki karbonat iyonu miktarını araştırarak bireyin diş çürüğüne yatkınlığını belirleyen yapısal/gelişimsel farklılıkları incelemek amacıyla yaptığımız bu çalışmanın sonuçlarına göre;

- 1- Çürüğe duyarlı olan çocukların mine apatit kristallerinin toplam karbonat iyonu miktarı nın çürüğe dirençli çocuklara göre önemli derecede daha fazla olduğu,
- 2- Çürüğe duyarlı çocuklardan alınan mine örneklerinde Tip A ve Tip B karbonat iyonu miktarları nın çürüğe dirençli olanlardakine göre önemli derecede daha fazla olduğu,
- 3- Tip A karbonat iyonunun Tip B karbonat iyonuna oranının çürüğe duyarlı çocuklarda, çürüğe dirençli olanlardakine göre (%12,2 ve %12) istatistiksel olarak önemli oranda fazla olduğu buna göre Tip A karbonat iyonu miktarındaki artışın Tip B karbonat iyonundaki artıştan daha fazla olduğu dolayısı ile çürük prevelansı üzerindeki etkinin esas olarak Tip A pozisyonundaki karbonat iyonundan kaynaklanmış olabileceği,
- 4- Çürüğe duyarlı çocuklarda mine kristallerinin birim hücre a-ekseninin çürüğe dirençli olanlardakine göre önemli derecede daha uzun, c-ekseninin ise daha kısa olduğu ve bunun çürüğe duyarlı olan çocuklarda Tip A karbonat iyonu miktarının Tip B'dekine oranla daha fazla olmasından kaynaklanmış olabileceği,
- 5- Çürüğe duyarlı çocuklarda mine kristallerinin birim hücre c-ekseni uzunluğunun a-ekseni uzunluğuna oranının çürüğe dirençli olanlardakine göre önemli derecede daha küçük olduğu ve bunun mine kristallerinin daha geniş ve basık görünmesine neden olduğu,
- 6- Çürüğe duyarlı çocukların mine kristallerinin çürüğe dirençli olanlardakine göre önemli derecede daha büyük olduğu ve bunun Tip A karbonat iyonu miktarının daha fazla olması ile ilişkili olabileceği,

- 7- Çürüğe duyarlı çocuklardaki mine kristallerinin hem a hem de c-ekseni doğrultusundaki kristalinitelerinin çürüğe dirençli olanlardakine göre önemli derecede daha düşük olduğu, ancak, a-ekseni doğrultusundaki kristalinitenin c-ekseni doğrultusundaki kristaliniteden her zaman daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak; mine apatit yapısı içerisindeki karbonat iyonunun bireysel bir faktör olarak mine apatit kristallerinin asitler karşısındaki çözünürlüğünü belirleyerek bireylerin çürük prevelansını etkileyebileceği, karbonat iyonunun çürük prevelansı üzerindeki etkisinin esas olarak Tip A pozisyonundaki karbonat iyonundan kaynaklanmış olabileceği izlenimi edinilmiştir.

ÖZET

Çürüğe duyarlı ve çürüğe dirençli çocuklarda süt dişi minesinin kristal yapı özellikleri

Diş çürüğünün etiyojisinde çevresel ve davranışsal faktörlerin rolü kesin olarak tanımlanmış olmakla birlikte son 50 yıl içerisinde yapılan çalışmalar daha çok minenin yapısal/gelişimsel özellikleri ile diş çürüğü arasındaki ilişki üzerinde yoğunlaşmış ve kristal yapı analiz yöntemlerindeki gelişmeler de bu konuda araştırmacılara büyük olanaklar sağlamıştır. Ancak; sentetik ve biyolojik apatitlerle yapılan deneysel çalışmaların sonuçlarına göre kristal yapı özelliklerinin minenin çözünürlüğü üzerindeki etkisi açıkça gösterilmiş olsa da, insan üzerinde çalışmanın güçlükleri nedeniyle bunun bireyin diş çürüğüne olan yatkınlığı bakımından ne derece belirleyici olduğu tam olarak anlaşılamamıştır.

Mine apatit kristallerinin analizleri; apatit yapı içindeki karbonat iyonlarının, kristal morfolojisinde değişikliklere ve bozukluklara neden olarak apatitin kristalinitesini azalttığını böylece kristallerin stabilitesinin değiştiğini ve asitler karşısındaki çözünürlüklerinin arttığını göstermiştir. Minenin karbonat iyonu miktarının, bireyler arasında olduğu gibi süt ve sürekli dişler arasında hatta minenin iç ve dış kısımları arasında dahi farklı olduğu ve bunun çözünürlüğü etkilediği gösterildiğinden karbonat iyonu diş minesinin “aşıl tendonu” (zayıf noktası) olarak tanımlanmıştır.

Bu nedenle; çalışmamızda, çürüğe duyarlı ve çürüğe dirençli çocuklardan elde edilen süt dişlerine ait mine örneklerinde kristal yapı içine giren karbonat iyon miktarını araştırarak bireyin diş çürüğüne yatkınlığını belirleyen yapısal/gelişimsel farklılıkları incelemeyi ve gelişim aşamasında diş minesinin stabilitesini arttırarak asitler karşısında çözünürlüğünü azaltan ve çürük gelişimini engelleyen koruyucu tedavilerin işlevini tartışmayı amaçladık.

Çalışmamızda, Kırıkkale ili Merkez ilçeye bağlı Aşağı ve Yukarı Mahmutlar Köyü’nde yaşayan sosyo ekonomik durumu düşük, doğma-büyüme o bölgede yaşayan ve ağız-diş sağlığını etkileyecek uygulama, davranış ve alışkanlıkları bakımından birbirine benzer ailelerden gelen 305’i erkek, 267’si kız olmak üzere 6-16 yaşları arasında toplam 572 çocuk araştırma kapsamına alınmıştır. Bu çocukların ağız içi muayenesi Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) belirlediği kriterlere göre (WHO,1997) yapılmış ve alt süt ikinci azı dişlerinden en az biri çürüksüz olan 183 çocuk belirlenerek çalışma grubu oluşturulmuştur. Klinik muayenede çürüksüz olduğu belirlenen alt süt ikinci azılardan bite – wing ve periapikal radyografi alınarak aproksimal çürük olup olmadığı ve fizyolojik kök rezorpsiyonun durumu incelenmiş ve buna göre 17’si çürüğe duyarlı (DMFT = 0–3) ve 20’si çürüğe dirençli (DMFT $\geq$ 4) olmak üzere toplam 37 çocuktan (yaş ortalaması 12) düşme zamanı gelen 50 diş (21 tanesi çürüğe duyarlı çocuklardan, 29 tanesi çürüğe dirençli çocuklardan) çekilerek mine analizi için hazırlanmıştır. Bu 37 çocuğun çevresel faktörler, davranış

ve alışkanlıklar ile ağız içi bulguları gibi çürük gelişimi üzerinde etkisi olabilecek diğer faktörler bakımından aynı özelliklere sahip olduğu ve bu bakımdan standart bir toplumu temsil ettiği belirlenerek, minenin yapısal/gelişimsel özellikleri bakımından bireyler arası farklılıkların değerlendirilebilmesi için gerekli koşulların sağlanmış olduğu kabul edilmiştir.

Çekilen dişlerden elde edilen mine örnekleri X-ray Diffraction (XRD) ve Fourier-Transform İnfrared Spektroskopisi (FT-IR) analiz yöntemi ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda, çürüğe duyarlı çocuklardan alınan mine örneklerinde Tip A ve Tip B karbonat iyon miktarının çürüğe dirençli olanlardakine göre önemli derecede daha fazla olduğu görülmüş ancak Tip A karbonat iyonu miktarındaki artışın Tip B karbonat iyonundaki artıştan daha fazla olması nedeniyle karbonat iyonunun çürük prevelansı üzerindeki etkisinin esas olarak Tip A pozisyonundaki karbonat iyonundan kaynaklandığı düşünülmüştür. Çürüğe duyarlı çocuklarda apatit kristallerinin, çürüğe dirençli olan çocuklardakine oranla daha büyük olduğu ve mine kristallerinin a ve c-ekseni doğrultusundaki kristalinitelerinin çürüğe duyarlı çocuklarda çürüğe dirençli olanlardakine göre önemli derecede daha düşük olduğu ancak a-ekseni doğrultusundaki kristalinitenin her zaman c-ekseni doğrultusundaki kristaliniteden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak; mine apatit yapısı içerisindeki karbonat iyonunun kristal yapının stabilitesini azaltarak bireylerin çürük prevelansını etkileyebildiği gözlemlendiğinden, dişe ait yapısal/gelişimsel faktörlerin diş çürüğü üzerinde önemli rolü olduğu izlenimi edinilmiştir. Sistemik flor uygulamalarının tek başına apatit kristallerinin asitler karşısındaki çözünürlüğünde önemli bir azalma sağlamadığını gösteren çalışmalar da dikkate alınarak, bireysel yatkınlığın diş çürüğünün önlenmesinde aşılması gereken bir engel olduğu görüşündeyiz.

Anahtar Sözcükler: Süt dişi, karbonat apatit, x-ray diffraction, FT-IR, kristalinite

SUMMARY

The crystal properties of primary teeth enamel in caries susceptible and caries resistant children

Even if the role of environmental and behavioral factors on the etiology of dental caries has been defined precisely, studies that have been conducted in the last 50 years focused more on the relationship between the structural/developmental characteristics of enamel and dental caries and the improvement of analysis methods of crystal structure provided big opportunities to the researchers on this issue. Although, the results of experimental studies done with synthetic and biological apatite showed clearly the role of crystal structure properties on the solubility of enamel, because of the difficulties of human studies, it couldn't be understood exactly to what degree that is determinative in terms of individual's predisposition to dental caries.

The analysis of enamel apatite crystal showed that, carbonate ions in the apatite structure, by leading to alterations and failures in the crystal morphology, decrease the crystallinity of apatite and thereby change the stability of crystals and increase the solubility towards acids. The amount of carbonate ion in the enamel is showed to be different between deciduous and permanent teeth as in between individuals, even between inner and outer parts of enamel and it has been showed to affect solubility, so the carbonate ion has been defined "Achilles heel" (weak point) of tooth enamel.

Therefore; in our study, by investigating the amount of carbonate ion in the crystal structure of the deciduous enamel samples obtained from caries susceptible and caries resistant children, we aimed to examine the structural/developmental diversities that determine individual's predisposition to dental caries and to discuss the function of preventive treatments which decreases the solubility towards acids by increasing the stability of tooth enamel in the development stage and prevents caries development.

Our study included 572 children (305 of whom are boys, 267 of whom are girls; between 6-16 years old) who live in Aşağı and Yukarı Mahmutlar village of Kırıkkale, whose socio-economic conditions are not favorable, native born living in the same region and having families which are similar in terms of practice, behavior and habits that can affect mouth-tooth health. Intraoral examination of these children was carried out according to the criteria of World Health Organization (WHO, 1997) and 183 children who have at least one non-carious mandibular deciduous second molar were chosen to constitute a working group. Bite-wing and periapical radiographies of mandibular deciduous second molars that were diagnosed as noncarious in the clinical examination were obtained in order to see if there are any approximal caries and to investigate the condition of physiological root resorption of these teeth and according to this, 17 of them that were caries susceptible (DMFT=0

– 3) and 20 caries resistant teeth ($DMFT \geq 4$) from a total of 37 children (mean 12 years old) and 50 teeth (21 of them from caries susceptible children, 29 of them from caries resistant children) which were around the exfoliation period were extracted and prepared for enamel analysis. These 37 children have the same properties in terms of other factors that may affect caries development such as environmental factors, behavior and habits and intraoral findings and are determined to represent a standard society, and it's accepted that the essential conditions were provided in order to evaluate structural/developmental characteristics of enamel differences between individuals.

The enamel samples obtained from the extracted teeth were examined with X-ray Diffraction (XRD) and Fourier-Transform Infrared Spektroskopi (FT-IR) analyze method. At the end of the study, it was seen that the enamel samples taken from caries susceptible children has significantly more amount of Type A and Type B carbonate ion than caries resistant ones, however because the increase in the amount of Type A carbonate ion is more than the Type B carbonate ion's rise, it was thought that the effect of carbonate ion on caries prevalence is mainly based on Type A positioned carbonate ion. It was observed that the apatite crystals in caries susceptible children were bigger than the ones in caries resistant children and the crystallinity in the direction of a and c-axis of enamel crystals were significantly lower in caries susceptible children than in caries resistant ones but the crystallinity in the direction of a-axis was always lower than crystallinity in the direction of c-axis.

Consequently; as it was observed that the carbonate ion in the enamel apatite structure affects the caries prevalence of individuals by decreasing the stability of the crystal composition, it was assessed that the structural/developmental characteristics of tooth have an important role on dental caries. With taking into account of the studies that showed systemic fluoride application alone did not provide a big reduction of the solubility of apatite crystals towards acids, we think that individual predisposition is an obstacle that has to be overcome to prevent tooth caries.

Key Words: Deciduous tooth, carbonated apatite, x-ray diffraction, FT-IR, crystallinity

KAYNAKLAR

- ABBONA, F., BARONNET, A. (1996). A XRD and TEM study on the transformation of amorphous calcium phosphate in the presence of magnesium. *Journal of Crystal Growth*, **165**: 98 – 105.
- ABERNATHY, J.R., GRAVES, R.C., BOHANNAN, H.M., STAMM, J.W., GREENBERG, B.G., DISNEY, J.A. (1987). Development and application of a prediction model for dental caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **15**: 24-8.
- ADDY, M. (1986). Plaque control as a scientific basis for the prevention of dental caries. *Journal of the Royal Society of Medicine*, **14**: 6-10.
- AKRE, J. (1989). Infant feeding: the physiological basis. *Bulletin of the World Health Organization*, **67**: 19.
- ALALUUSUA, S., KLEEMOLA-KUJALA, E., NYSTROM, M., EVALAHTI, M., GRONROOS, L. (1987). Caries in the primary teeth and salivary Streptococcus mutans and lactobacillus levels as indicators of caries in permanent teeth. *Pediatric Dentistry*, **9**: 126-30.
- ALEKSEJULNIENE, J., HOLST, D., ERIKSEN, H.M., GRYTTE, J.I. (2002). Dental health patterns in young adults in Lithuania: an exploratory, analytical approach. *Acta Odontologica Scandinavica*, **60**: 223-30.
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS (2005). Breastfeeding and the Use of Human Milk. *Pediatrics*, **115**: 496-506.
- ANDERSON, M.H. (2001). Current concept of dental caries and its prevention. *Operative Dentistry*, **6**: 11–18.
- ANDERSON, P., ELLIOTT, J.C. (2000). Rates of mineral loss in human enamel during in vitro demineralization perpendicular and parallel to the natural surface. *Caries Research*, **34**: 33-40.
- ANNEGARN, H.J., JODAIKIN, A., CLEATON-JONES, P.E., SELLSCHOP, J.P.F., MADIBA, C.C.P., BIBBY, D. (1981). PIXE analysis of caries related trace elements in tooth enamel. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, **181**: 323 -326.
- ANTUNES, J.L.F., PEGORETTI, T., DE ANDRADE, F.P., JUNQUEIRA, S.R., FRAZAO, P., NARVAI, P.C. (2003). Ethnic disparities in the prevalence of dental caries and restorative dental treatment in Brazilian children. *International Dental Journal*, **53**: 7-12.
- ANUSAVICE, K.J. (2001). Caries risk assessment. *Operative Dentistry*, **6**: 19–26.
- AOBA, T. (1997). The effect of fluoride on apatite structure and growth. *Crit. Rev. Oral. Dent. Med.*, **8**: 136–153.
- AOBA, T. (2004). Solubility properties of human tooth mineral and pathogenesis of dental caries. *Oral Diseases*, **10**: 249-257.
- AOBA, T., MORENO, E.C. (1984). Preparation of hydroxyapatite crystals and their behaviour. *Journal of Dental Research*, **63**: 874-880.
- AOBA, T., MORENO, E.C. (1987). The enamel fluid in the early secretory stage of porcine amelogenesis: chemical composition and saturation with respect to enamel mineral. *Calcified Tissue International*, **41**: 86-94.

- AOBA, T., MORENO, E.C. (1990). Changes in the nature and composition of enamel mineral during porcine amelogenesis. *Calcified Tissue International*, **47**: 356-364.
- ARENDS, J., JONGEBLOED, W.L. (1981). Apatite single crystals: Formation, dissolution and influence of CO₃²⁻ ions. *J.R. Neth Chem Soc.*, **100**: 3-9.
- ARMSTRONG, W.G. (1964). Modifications of the properties and composition of the dentin matrix caused by dental caries. *Adv. Oral. Biol.*, **1**: 309-32.
- ARNOLD, S., PLATE, U., WIESMANN, H., STRATMANN, U., KOHL, H., HOHLING, H.J. (2001). Quantitative analyses of the biomineralization of different hard tissue. *Journal of Microscopy*, **202**: 488-494.
- ASGAR, K. (1956). Chemical analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, **35**: 742.
- ASHLEY, F.P., SAINSBURY, R.H. (1981). The effect of a school-based plaque control programme on caries and gingivitis. A 3-year study in 11 to 14-year-old girls. *British Dental Journal*, **150**: 41-5.
- AUTIO-GOLD, J. (2005). Caries prevention in high risk preschool children in the united states. Erişim: [<http://herkules.oulu.fi/isbn9514277058/>]. Erişim Tarihi: 23. Mayıs. 2008.
- AXELSSON, P. (2000). Diagnosis and risk prediction of dental caries. Vol II. Quintessence Publishing, p.:82-90
- BACANLI, H. (2004). Sosyal ilişkilerde benlik (Kendini ayarlama psikolojisi). Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, s.:46-52
- BACQUET, G., TRUONG, V.Q., VIGNOLES, M., TROMBE, J.C., BONEL, G. (1981). ESR of CO₃²⁻ in X-irradiated tooth enamel and A-type carbonated apatite. *Calcified Tissue International*, **33**: 105-9.
- BAIG, A.A., FOX, J.L., HSU, J., WANG, Z., OTSUKA, M., HIGUCHI, W.I., LEGEROS, R.Z. (1996). The effect of carbonate content and crystallinity on the metastable equilibrium solubility behavior of carbonated apatites. *Journal of Colloid and Interface Science*, **179**: 608-617.
- BAIG, A.A., FOX, J.L., YOUNG, R.A., WANG, Z., HSU, J., HIGUCHI, W.I., CHHETTRY, A., ZHUANG, H., OTSUKA, M. (1999). Relationships among carbonated apatite solubility, crystallite size and microstrain parameters. *Calcified Tissue International*, **64**: 437 – 449.
- BALAKRISHNAN, M., SIMMONDS, R.S., TAGG, J.R. (2000). Dental caries is a preventable infectious disease. *Australian Dental Journal*, **45**: 235–245.
- BARRALET, J., BEST, S., BONFIELD, W. (1998). Carbonate substitution in precipitated hydroxyapatite: an investigation into the effects of reaction temperature and bicarbonate ion concentration. *J. Biomed. Mater. Res.*, **41**: 79–86.
- BECK, J.D., KOHOUT, F., HUNT, R.J. (1988). Identification of high caries risk adults: attitudes, social factors and diseases. *International Dental Journal*, **38**: 231-238.
- BECK, J.D., WEINTRAUB, J.A., DISNEY, J.A., GRAVES, R.C., STAMM, J.W., KASTE, L.M., BOHANNAN, H.M. (1992). University of North Carolina Caries Risk Assessment Study: comparisons of high risk prediction, any risk prediction, and any risk etiologic models. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **20**: 313-21.

- BESHAH, K., REY, C., GLIMCHER, M.J., SCHIMIZU, M., GRIFFIN, R.G. (1990). Solid state carbon - 13 and proton NMR studies of carbonate - containing calcium phosphates and enamel. *Journal of Solid State Chemistry*, **84**: 71-81.
- BESIC, F.C., BAYARD, M., WIEMANN, M.R., BURRELL, K.H. (1975). Composition and structure of dental enamel: elemental composition and crystalline structure of dental enamel as they relate to its solubility. *JADA*, **91**: 594-601.
- BESIC, F.C., KNOWLES, C.R., KELLER, O., WIEMANN, M.R. (1970). Detailed electron microanalysis of three teeth sections with early enamel caries. *Journal of Dental Research*, **49**: 111-118.
- BESIC, F.C., WIEMANN, J.R. (1972). Dispersion staining, dispersion, refractive indices in early enamel caries. *Journal of Dental Research*, **51**: 973-85.
- BILTZ, R.M., PELLEGRINO, E.D., LETTERI, J.M. (1981). Skeletal carbonates and acid - base regulation. *Mineral and Electrolyte Metabolism*, **5**: 1-7.
- BJERTNESS, E., ERIKSEN, H.M. (1992). Design of a socio-ecologic caries model and testing on 50-year-old citizens of Oslo, Norway. *Acta Odontologica Scandinavica*, **50**: 151-62.
- BLINKHORN, A.S., DAVIES, R.M. (1996). Caries prevention. A continued need worldwide. *International Dental Journal*, **46**: 119-25.
- BLUMENTHAL, N.C., BETTS, F., POSNER, A.S. (1975). Effect of carbonate and biological macromolecules on the formation and properties of hydroxyapatites. *Calcified Tissue Research*, **18**: 81-90.
- BOHIC, S., HEYMANN, D., POUEZAT, J.A., GAUTHIER, O., DACULSI, G. (1998). Transmission FT-IR microspectroscopy of mineral phases in calcified tissues. *Biophysics*, **321**: 865-876.
- BOLIN, A., BOLIN, A., JANSSON, L., CALLTORP, J. (1997). Children's dental health in Europe. *Sweden Dental Journal*, **21**: 25-40.
- BONEL, G. (1972). Contribution a l'etude la carbonation des apatites. Part I. *Annales De Chimie*, **7**: 65-87.
- BONEL, B., MONTEL, G. (1964). Sur une Nouvelle Apatite Carbonatee Synthetique. *Comptes Rendus Biologies*, **258**: 923-926.
- BONTE, E., DESCHAMPS, M., GOLDBERG, M., VERNONIS, V. (1988). Quantification of free water in human dental enamel. *Journal of Dental Research*, **67**: 880-882.
- BOYD, J.D. (1960). The metabolism of oral tissue. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **85**: 168-181.
- BRATTHALL, D. (2000). Introducing the significant caries index together with a proposal for a new global oral health goal for 12 year olds. *International Dental Journal*, **50**: 378-384.
- BRATTHALL, D. (2005). Estimation of global DMFT for 12 year old in 2004. *International Dental Journal*, **55**: 370-372.
- BRATTHALL, D., PETERSSON, G.H. (2005). Cariogram-a multifactorial risk assessment model for a multifactorial disease. *Community Dent. Oral. Epidemiol.*, **33**: 256-264.
- BRES, E.F. (1993). Space - Group determination of human tooth - enamel crystals. *Acta Crystallographica*, **49**: 56-62.

- BRES, E.F., BARRY, J.C., HUTCHISON, J.L. (1985). High-resolution electron microscope and computed images of human tooth enamel. *Journal of Ultrastructure Biology*, **90**: 261-274.
- BROWN, W.E. (1974). Physicochemical Mechanisms of Dental Caries. *Journal of Dental Research*, **53**: 204-216.
- BROWN, W.E., EIDELMAN, N., TOMZAIC, B.B. (1987). Octacalcium phosphate as a precursor in biomineral formation. *Adv. Dent. Res.*, **1**: 306-313.
- BROWN, W.E.B. (1966). Crystal growth of bone mineral. *Clinical Orthopaedics*, **44**: 205-220.
- BRUDEVOLD, F. (1948). A study of phosphate solubility of the human dental enamel surface. *Journal of Dental Research*, **27**: 320.
- BRUDEVOLD, F., BAKHOS, Y., SRINIVASAN, B.N. (1976). Separation of human enamel structures by density fractionation. *Archives of Oral Biology*, **21**: 113-119.
- BRUDEVOLD, F., STEADMAN, L.T. (1956). The distribution of lead in human enamel. *Journal of Dental Research*, **35**: 430-437.
- BRUDEVOLD, F., GARDNER, D.E., SMITH, F.A. (1956). The distribution of fluoride in human dental enamel. *Journal of Dental Research*, **35**: 420-429.
- BRUDEVOLD, F., STEADMAN, L.T., SMITH, F.A. (1960). Inorganic and organic compounds of tooth structure. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **85**: 110-132.
- BRUSZT, P. (1959). Relationship of caries incidence in deciduous and permanent dentitions. *Journal of Dental Research*, **38**: 416.
- BUDZ, J.A., LORE, M., NANCOLLAS, G.H. (1987). Hydroxyapatite and carbonated apatite as models for the dissolution behavior of human dental enamel. *Advances in Dental Research*, **1**: 314-21.
- BUDZ, J.A., LORE, M., NANCOLLAS, G.H. (1988). The influence of high- and low-molecular-weight inhibitors on dissolution kinetics of hydroxyapatite and human enamel in lactate buffers: a constant composition study. *Journal of Dental Research*, **67**: 1493-1498.
- BURCHELL, C.K., STEPHEN, K.W., SCHAFER, F., HUNTINGTON, E. (1991). Improved sensitivity in caries clinical trials by selection on the basis of baseline caries experience. *Community Oral. Epidemiol.*, **19**: 20-22.
- BURNE, R.A. (1998). Oral streptococci... Products of their environment. *Journal of Dental Research*, **77**: 445-452.
- BURNETT, G.W., ZENEWITZ, J.A. (1958). Studies of the composition of Teeth. VIII. The Composition of Human Teeth. *Journal of Dental Research*, **37**: 590.
- BURT, B.A., EKLUND, S.A., MORGAN, K.J., LARKEN, F.E., GUIRE, K.E., BROWN, L.O. (1988). The effects of sugar intake and frequency of ingestion on dental increment in a three year longitudinal study. *Journal of Dental Research*, **67**: 1422-1429.
- BUTTNER, W. (1963). Actions of trace elements on the metabolism of fluoride. *Journal of Dental Research*, **42**: 453-460.
- CAMPUS, G., LUMBAU, A., LAI, S., SOLINAS, G., CASTIGLIA, P. (2001). Socio - economic and behavioral factors related to caries in twelve - year - old Sardinian children. *Caries Research*, **35**: 427-434.

- CASANOVA-ROSADO, A.J., MEDINA-SOLIS, C.E., CASANOVA-ROSADO, J.F., VALLEJOS-SANCHEZ, A.A., MAUPOME, G., AVILA-BURGOS, L. (2005). Dental caries and associated factors in Mexican schoolchildren aged 6-13 years. *Acta Odontologica Scandinavica*, **63**: 245-251.
- CEVC, G., CEVC, P., SCHARA, M., SKALERIC, U. (1980). The caries resistance of human teeth is determined by the spatial arrangement of hydroxyapatite microcrystals in enamel. *Nature*, **286**: 425-426.
- CEVC, P., SCHARA, M., RAVNIK, C., SKALERIC, U. (1972). Study of the arrangement of crystallites in gamma-irradiated human enamel by electron paramagnetic resonance. *Journal of Dental Research*, **55**: 691-695.
- CHEN, M.S. (1986). Children's preventive dental behavior in relation to their mothers' socioeconomic status, health beliefs and dental behaviors. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, **53**: 105-9.
- CHEN, W.C., NANCOLLAS, G.H. (1986). The kinetics of dissolution of tooth enamel - A constant composition study. *Journal of Dental Research*, **65**: 663-668.
- CHICKERUR, N.S., TUNG, M.S., BROWN, W.E. (1980). A mechanism for incorporation of carbonate into apatite. *Calcified Tissue International*, **32**: 55-62.
- CLEATON-JONES, P., RICHARDSON, B.D., WINTER, G.B., SINWEL, R.E., RANTSHO, J.M., JODAIKIN, A. (1984). Dental caries and sucrose intake in five South African preschool groups. *Community Dent. Oral. Epidemiol.*, **12**: 381-5.
- COKLICA, V., BRUDEVOLD, F. (1966). Density fractions in human enamel. *Archives of Oral Biology*, **11**: 1261-1268.
- COLE, A.S., EASTOE, J.E. (1988). *Biochemistry and Oral Biology*. Second edition. Elsevier, p.: 281 – 378.
- COOLIDGE, T.B., JACOBS, M.H. (1957). Enamel carbonate in caries. *Journal of Dental Research*, **36**: 765-8.
- CORBY, P.M., LYONS-WEILER, J., BRETZ, W.A., HART, T.C., AAS, J.A., BOUMENNA, T., GOSS, J., CORBY, A.L., JUNIOR, H.M., WEYANT, R.J., PASTER, B.J. (2005). Microbial risk indicators of early childhood caries. *Journal of Clinical Microbiology*, **43**: 5753-9.
- CUISINIER, F., BRES, E.F., HEMMERLE, J., VOEGEL, J.C., FRANK, R.M. (1987). Transmission electron microscopy of lattice planes in human alveolar bone apatite crystals. *Calcified Tissue International*, **40**: 332-8.
- CUTRESS, T.W. (1972). The inorganic composition and solubility of dental enamel from several specified population groups. *Archives of Oral Biology*, **17**: 93-109.
- CUY, J.L., MANN, A.B., LIVI, K.J., TEAFORD, M.F., WEIHS, T.P. (2002). Nanoidentation mapping of the mechanical properties of human molar tooth enamel. *Archives of Oral Biology*, **47**: 281-291.
- DAVIES, M.J., SPENCER, A.J., SLADE, G.D. (1997). Trends in dental caries experience of school children in Australia – 1977 to 1993. *Australian Dental Journal*, **42**: 6.
- DAWES, C. (1970). Effects of Diet on Salivary Secretion and Composition. *Journal of Dental Research*, **49**: 1263-1272.

- DE MUL, F.F.M., HOTTENHUIS, M.H.J., BOUTER, P., GREVE, J., ARENDS, J., TEN BOSCH, J.J. (1986). Micro-raman line broadening in synthetic carbonated hydroxyapatite. *Journal Dent Research*, **65**: 437-440.
- DEAKINS, M. (1942). Changes in the ash, water and organic content of pig enamel during calcification. *Journal of Dental Research*, **21**: 429-435.
- DEMINGUEZ-ROJAS, V., ASTASIO-ARBIZA, P., ORTEGA-MOLINA, P., GORDILLO-FLORENCIO, E., GARCIA – NUNEZ, J.A., BOSCONES – MARTINEZ, A. (1993). Analysis of several risk factors involved in dental caries through multiple logistic regression. *International Dental Journal*, **43**: 149-156.
- DINI, E.L., HOLT, R.D., BEDI, R. (2000). Caries and its association with infant feeding and oral health-related behaviours in 3-4-year-old Brazilian children. *Community Dent. Oral. Epidemiol.*, **28**: 241-8.
- DOI, Y., MORIWAKI, Y., AOBA, T., OKAZAKI, M., TAKAHASHI, J., JOSHIN, K. (1982). Carbonate apatites from aqueous and non-aqueous media studied by ESR, IR, and x-ray diffraction: effect of NH_4^+ ions on crystallographic parameters. *Journal of Dental Research*, **61**: 429-434.
- DOROZHKIN, S.V., EPPLE, M. (2002). Biological and medical significance of calcium phosphate. *Angewandte Chem. Int. Edit.*, **41**: 3130-3146.
- DOWKER, S.E.P., ANDERSON, P., ELLIOTT, J.C., GAO, X.J. (1999). Crystal chemistry and dissolution of calcium phosphate in dental enamel. *Mineralogical Magazine*, **63**: 791-800.
- EDELSTEIN, B.L., DOUGLASS, C.W. (1995). Dispelling the myth that 50 percent of U.S. schoolchildren have never had a cavity. *Public Health Reports*, **110**: 522-30.
- ELLIES, L.G., NELSON, D.G.A., FEATHERSTONE, J.D.B. (1988). Crystallographic structure and surface morphology of sintered carbonated apatites. *Journal of Biomedical Materials Research*, **22**: 541-553.
- ELLIOTT, J.C. (1963). Interpretation of the carbonate bands in the infra-red spectrum of dental enamel. *Journal of Dental Research*, **42**: 1081.
- ELLIOTT, J.C. (1964). The crystallographic structure of dental enamel and related apatites. Thesis. London University.
- ELLIOTT, J.C. (1969). Recent progress in the chemistry, crystal chemistry and structure of the apatites. *Calcified Tissue Research*, **3**: 293-307.
- ELLIOTT, J.C. (1973). The problems of the composition and structure of the mineral components of the hard tissues. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **93**: 313-45.
- ELLIOTT, J.C. (1994). Structure and chemistry of the apatites and other calcium orthophosphates. Elsevier, p: 358-400
- ELLIOTT, J.C., BONEL, G., TROMBE, J.C. (1980). Space group and lattice constants of $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$. *Journal of Applied Crystallography*, **13**: 618.
- ELLIOTT, J.C., HOLCOMB, D.M., YOUNG, R.A. (1985). Infrared determination of the degree of substitution of hydroxyl by carbonate ions in human dental enamel. *Calcified Tissue International*, **37**: 372-375.
- ELLIOTT, J.C., MACKIE, P.E., YOUNG, R.A. (1973). Monoclinic Hydroxyapatite. *Science*, **180**: 1055-1057.

- EMILSON, C.G., KRASSE, B. (1985). Support for and implications of the specific plaque hypothesis. *Scandinavian Journal of Dental Research*, **93**: 96-104.
- ERONAT, N., KOPARAL, E. (1997). Dental caries prevalence, dietary habits, tooth - brushing and mother's education in 500 urban Turkish children. *Journal of Marmara University Dental Faculty*, **2**: 599-604.
- ETTINGER, R.L. (1999). Epidemiology of dental caries: a broad review. *Dental Clinics North America*, **43**: 679-694.
- EUGENE, P.L. (1976). Dental Biochemistry, Second Edition. Lea & Febiger, p: 1-347.
- FAGGIANO, F., DI STANISLAO, F., LEMMA, P., RENGÀ, G. (1999). Role of social class in caries occurrence in 12 year olds in Turin, Italy. *European Journal of Public Health*, **9**: 109-113.
- FDI Working group (1994). Nutrition diet and oral health. *International Dental Journal*, **44**: 599-612
- FEAGIN, F., SIERRA, O., THIRADILOK, S., JEANNSONNE, B. (1980). Effects of fluoride in remineralized human surface enamel on dissolution resistance. *Journal of Dental Research*, **59**: 1016-1021.
- FEATHERSTONE, J.D.B., PEARSON, S., LEGEROS, R.Z. (1984). An infrared method for quantification of carbonate in carbonated apatites. *Caries Research*, **18**: 63-66.
- FEATHERSTONE, J.D.B., SHIELDS, C.P., KHADEMAZAD, S.B., OLDERSHAW, M.D. (1983). Acid reactivity of carbonated apatites with strontium and fluoride substitutions. *Journal of Dental Research*, **62**: 1049-1053.
- FEDERATION DENTAIRE INTERNATIONALE. (1988). Review of methods of identification of high caries risk groups and individuals. Technical report no. 31. *International Dental Journal*, **38**: 177-189.
- FEIGAL, R.J., GLEESON, M.C., BECKMAN, T.M., GREENWOOD, M.E. (1984). Dental caries related to liquid medication intake in young cardiac patients. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, **51**: 360-2.
- FLEET, M.E., LIU, X. (2003). Carbonate apatite type a synthesized at high pressure: new space group P3 and orientation of channel carbonate ion. *Journal of Solid State Chemistry*, **174**: 412-417.
- FLEET, M.E., LIU, X. (2004). Location of type B carbonate ion in type A - B carbonate apatite synthesized at high pressure. *Journal of Solid State Chemistry*, **177**: 3174-3188.
- FLEET, M.E., LIU, X. (2005). Local structure of channel ions in carbonate apatite. *Biomaterials*, **26**: 7548-7554.
- FRANK, R.M., CAPITANT, M., GONI, J. (1966). Electron probe studies of human enamel. *Journal of Dental Research*, **45**: 672-682.
- FREIRE MDO, C., DE MELO, R.B., ALMEIDA, E., SILVA, S. (1996). Dental caries prevalence in relation to socioeconomic status of nursery school children in Goiania-GO, Brazil. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **24**: 357-61.
- GADALETA, S.J., PASCHALIS, E.P., BATTS, F., MENDELSON, R., BOSKEY, A.L. (1996). Fourier transform infrared spectroscopy of the solution-mediated conversion of amorphous calcium phosphate to hydroxyapatite: new correlations between X-ray diffraction and infrared data. *Calcified Tissue International*, **58**: 9-16.

- GOLDBERG, M., CARREAU, J.P., ARENDS, J. (1987). Biochemical and scanning electron microscope study of lipids chloroform-methanol extracted from unerupted and erupted human tooth enamel. *Archives of Oral Biology*, **32**: 765-72.
- GOREN, A.D., BONVENTO, M., BIERNACKI, J., COLOSI, D.C. (2008). Radiation exposure with the NOMAD portable X-ray system. *Dentomaxillofacial Radiology*, **37**: 109-12.
- GRANATH, L., CLEATON JONES, P., FATTI, P., GROSSMAN, E. (1991). Correlations between caries prevalence and potential etiologic factors in large samples of 4–5-yr-old children. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **19**: 257-60.
- GRAVES, R.C., ABERNATHY, J.R., DISNEY, J.R. (1991). University of north carolina caries risk assessment study. III. Multiple Factors in caries prevalence. *Journal of Public Health Dentistry*, **51**: 134-143.
- GRINDEFJORD, M., DAHLLOF, G., MODEER, T. (1995). Caries development in children from 2.5 to 3.5 years of age: a longitudinal study. *Caries Research*, **29**: 449-54.
- GRINDEFJORD, M., DAHLLOF, G., NILSSON, B., MODEER, T. (1995). Prediction of dental caries development in 1 - year - old children. *Caries Research*, **29**: 343-348.
- GRYNPAS, M.D., BONAR, L.C., GLIMCHER, M.J. (1984). Failure to detect an amorphous calcium - phosphate solid phase in bone mineral: A radial distribution function study. *Calcified Tissue International*, **36**: 291-301.
- GUTIERREZ, P., PINA, C., LARA, V.H., BOSCH, P. (2005). Characterization of enamel with variable caries risk. *Archives of Oral Biology*, **50**: 843–848.
- HALLSWORTH, A.S., WEATHERELL, J.A., ROBINSON, C. (1973). Loss of carbonate during the first state of enamel caries. *Caries Research*, **7**: 345-348.
- HAMILTON, W.J., JUDD, G., ANSELL, G.S. (1972). Mechanism of Acid Attack in Human Enamel as Determined by Electron Optical Instrumentation Analysis. *Journal of Dental Research*, **51**: 1407-1420.
- HAMILTON, W.J., JUDD, G., ANSELL, G.S. (1973). Ultrastructure of human enamel specimens prepared by ion micromilling. *Journal of Dental Research*, **52**: 703-710.
- HARRIS, R., NICOLL, A.D., ADAIR, P.M., PINE, C.M. (2004). Risk factors for dental caries in young children: a systematic review of the literature. *Community Dental Health*, **21**: 71-85.
- HAUSEN, H. (1997). Caries prediction--state of the art. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **25**: 87-96.
- HELDERMAN, W.H., MULDER, J., VANTHOF, M.A., TRUIN, G.J. (2001). Validation of a Swiss method of caries prediction in Dutch children. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **29**: 341-5.
- HICKS, J., GARCIA-GODOY, F., FLAITZ, C. (2003). Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 1). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **28**: 47-52.
- HICKS, J., GARCIA-GODOY, F., FLAITZ, C. (2004-a). Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 2). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **28**: 119-124.

- HICKS, J., GARCIA-GODOY, F., FLAITZ, C. (2004-b). Biological factors in dental caries: role of saliva and dental plaque in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **28**: 203-214.
- HICKS, M.J., FLAITZ, C.M. (1993). Epidemiology of dental caries in the pediatric and adolescent population; a review of past and current trends. *Journal Clinical Pediatric Dentistry*, **18**: 43-9.
- HILL, I.N., BLAYNEY, R.J., ZIMMERMAN, O.S., JOHNSON, E.D. (1967). Deciduous teeth and future caries experience. *Journal of the American Dental Association*, **74**: 430-8.
- HIRASAWA, M., TAKADA, K. (2003). A new selective medium for *Streptococcus mutans* and the distribution of *S. mutans* and *S. sobrinus* and their serotypes in dental plaque. *Caries Research*, **37**: 212-7.
- HJERN, A., GRINDEFJORD, M., SUNDBERG, H., ROSEN, M. (2001). Social inequality in oral health and use of dental care in Sweden. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **29**: 167-74.
- HOBDELL, M.H., OLIVEIRA, E.R., BAUTISTA, R., MYBURGH, N.G., LALLO, R., NARENDRA, S., JOHNSON, N.W. (2003). Oral diseases and socio - economic status (SES). *British Dental Journal*, **194**: 91-96.
- HOLAGER, J. (1970). Thermogravimetric Examination of Enamel and Dentin. *Journal of Dental Research*, **49**: 546-548.
- HOLCOMB, D.W., YOUNG, R.A. (1979). Infrared absorption bands from NCO⁻ and HCN²⁻ in heated carbonate-containing apatites prepared in the presence of NH₄⁺ ions. *Calcified Tissue International*, **29**: 177-178.
- HOLCOMB, D.W., YOUNG, R.A. (1980). Thermal decomposition of human tooth enamel. *Calcified Tissue International*, **31**: 189-201.
- HOLT, R.D., JOELS, D., WINTER, G.B. (1982). Caries in pre-school children. The Camden study. *British Dental Journal*, **153**: 107-9.
- HSU, J., FOX, J.L., HIGUCHI, W.I., OTSUKA, M., YU, D., POWELL, G.L. (1994). Heat-treatment-induced reduction in the apparent solubility of human dental enamel. *Journal of Dental Research*, **73**: 1848-1853.
- HSU, J., FOX, J.L., HIGUCHI, W.I., POWELL, G.L., OTSUKA, M., BAIG, A., LEGEROS, R.Z. (1994). Metastable Equilibrium Solubility Behavior of Carbonated Apatites. *Journal of Colloid and Interface Science*, **167**: 414-423.
- HSU, J., FOX, J.L., POWELL, G.L., OTSUKA, M., HIGUCHI, W.I., YU, D., WONG, J., LEGEROS, R.Z. (1994). Quantitative relationship between carbonated apatite metastable equilibrium solubility and dissolution kinetics. *Journal of Colloid and Interface Science*, **168**: 356-372.
- HUNTER, P. (1988). Review of methods of the identification of high caries risk groups and individuals. *International Dental Journal*, **38**: 177-189.
- HUNTER, P.B. (1988). Risk factors in dental caries. *International Dental Journal*, **38**: 211-217.
- IJIMA, M., KAMEMIZU, H., WAKAMATSU, N., GOTO, T., DOI, Y., MORIWAKI, Y. (1994). Effects of CO₂-3 ion on the formation of octacalcium phosphate at pH 7.4 and 37°C. *Journal of Crystal Growth*, **135**: 229.

- IJIMA, Y., TAKAGI, O. (2000). In situ acid resistance of in vivo formed white spot lesions. *Caries Research*, **34**: 388-94.
- IJIMA, Y., TAKAGI, O., RUBEN, J., ARENDS, J. (1999). In vitro remineralization of in vivo and in vitro formed enamel lesions. *Caries Research*, **33**: 206-13.
- INGRAM, G.S. (1972). The role of carbonate in dental mineral. *Caries Research*, **6**: 85-86.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. (2002). Use of electron paramagnetic resonance dosimetry with tooth enamel for retrospective dose assessment. Erişim: [[http:// www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1331_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1331_web.pdf)]. Erişim Tarihi: 08. Temmuz. 2008.
- ISAAC, S., BRUDEVOLD, F., SMITH, F.A., GARDNER, D.E. (1958). Solubility rate and natural fluoride content of surface and sub-surface enamel. *Journal of Dental Research*, **37**: 254-263.
- JACKSON, D. (1971). Genetic endowment and the dental caries. *Archives of Oral Biology*, **16**: 1433-1441.
- JANSEN VAN RENSBURG, B.G. (1995). Oral Biology. Vol I. Quintessence Publishing, p.: 425-474.
- JENKINS, G.N. (1978). The physiology and biochemistry of the mouth. London: Blackwell Scientific Publications, p.:113-127.
- JENKINS, G.N., ARMSTRONG, P.A., SPERIRS, R.L. (1952). Laboratory investigations on the relation of fluorine to dental caries on Tyneside and district. *Proceedings Of The Royal Society Of Medicine*, **45**: 517-524.
- JENSEN, M.E. (1999). Diet and dental caries. *Dental Clinics North America*, **43**: 615-633.
- JOHNSON, M.F. (2004). The role of risk factors in the identification of appropriate subject for caries clinical trials: design considerations. *Journal of Dental Research*, **83**: 116-118.
- JOHNSON, M.S.A., NANCOLLAS, G.H. (1992). The role of brushite and octacalcium phosphate in apatite formation. *Crit. Rev. Oral. Dent. Med.*, **3**: 61-82.
- JOHNSON, N.W. (1967). Some aspects of the ultrastructure of early human enamel caries seen with the electron microscope. *Archives of Oral Biology*, **12**: 1505-1521.
- KALSBECK, H., VERRIPS, G.H. (1994). Consumption of sweet snacks and caries experience of primary school children. *Caries Research*, **28**: 477-483.
- KAY, M.I., YOUNG, R.A., POSNER, A.S. (1964). Crystal structure of hydroxyapatite. *Nature*, **204**: 1050-1052.
- KIDD, E.A., BANERJEE, A., FERRIER, S., LONGBOTTOM, C., NUGENT, Z. (2003). Relationships between a clinical-visual scoring system and two histological techniques: a laboratory study on occlusal and approximal carious lesions. *Caries Research*, **37**: 125-9.
- KIDD, E.A.M. (1999). Caries management. *Dental Clinics North America*, **43**: 743-764.
- KING, J.M. (1981). Dental health in infancy: report of seminar. Erişim: [<http://healthcouncil.org/materials.html>]. Erişim Tarihi: 10. şubat. 2008.
- KING, J.M., PITTER, A.F., EDWARDS, H. (1983). Some social predictors of caries experience. *British Dental Journal*, **155**: 266-8.

- KIWANUKA, S.N., ASTROM, A.N., TROVIK, T.A. (2004). Dental caries experience and its relationship to social and behavioral factors among 3-5-year-old children in Uganda. *International Journal of Paediatric Dentistry*, **14**: 336-346.
- KLEIN, H., PALMER, C.E. (1941). Comparison of the caries susceptibility of the various morphological types of permanent teeth. *Journal of Dental Research*, **20**: 203-216.
- KLOCK, B., EMILSON, C.G., LIND, S.O., GUSTAVSDOTTER, M., OLHEDE-WESTERLUND, A.M. (1989). Prediction of caries activity in children with today's low caries incidence. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **17**: 285-8.
- KODAKA, T., DEBARI, K., YAMADA, M., KUROIWA, M. (1992). Correlation between microhardness and mineral content in sound human enamel. *Caries Research*, **26**: 139-41.
- KOLMAKOW, S., NYSSONEN, V., HONKALA, E. (1984). Determining the caries at-risk child: Part I--Focal demineralization in children's teeth. *Journal of Pedodontics*, **9**: 58-66.
- KOSA, F., ANTAL, A., FARKAS, I. (1990). Electron probe microanalysis of human teeth for the determination of individual age. *Medicine Science and the Law*, **30**: 109-14.
- KRASSE, B. (1988). Biological factors as indicators of future caries. *International Dental Journal*, **38**: 219-225.
- KRISTOFFERSSON, K., AXELSSON, P., BIRKHED, D., BRATTHALL, D. (1986). Caries prevalence, salivary *Streptococcus mutans* and dietary scores in 13-year-old Swedish schoolchildren. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **14**: 202-5.
- LAI, P.Y., SEOW, W.K., TUDEHOPE, D.I., ROGERS, Y. (1997). Enamel hypoplasia and dental caries in very low birthweight children: a case controlled longitudinal study. *Pediatric Dentistry*, **19**: 42-49.
- LAMMERS, P.C., BORGGREVEN, J.M., DRIESSENS, F.C., VANTHOF, M.A. (1992). Acid-susceptibility of lesions in bovine enamel after remineralization in the presence of fluoride and/or carbonate. *Caries Research*, **26**: 1-7.
- LANDIS, W.J., NAVARRO, M. (1983). Correlated physicochemical and age changes in embryonic bovine enamel. *Calcified Tissue International*, **35**: 48-55.
- LANGFORD, J.I., BOULTIF, A., AUFFREDIC, J.P., LOUER, D. (1993). The use of pattern decomposition to study the combined x-ray diffraction effects of crystallite size and stacking faults in ex-oxalate zinc oxide. *Journal Appl. Cryst.*, **26**: 22-33.
- LANGFORD, J.I., LOUER, D. (1996). Powder diffraction. *Reports on Progress in Physics*, **59**: 131-234.
- LARSEN, M.J. (1986). An investigation of the theoretical background for the stability of the calcium-phosphate salts and their mutual conversion in aqueous solutions. *Archives of Oral Biology*, **31**: 757-761.
- LAZZARI, P. (1976). Dental Biochemistry. Second Edition. Philadelphia: Lea & Febiger, p.:134-240
- LE FEVRE, M.L., BALE, W., HODGE, H.C. (1937). The chemical nature of the inorganic portion of fetal tooth substance. *Journal of Dental Research*, **16**: 85.
- LE FEVRE, M.L., HODGE, H.C. (1937). Chemical analysis of tooth samples composed of enamel, dentine and cementum. *Journal of Dental Research*, **16**: 279.
- LEGEROS, R.Z. (1965). Effect of carbonate on the lattice parameters of apatite. *Nature*, **206**: 403-4.

- LEGEROS, R.Z. (1967). Crystallographic Studies of the Carbonate Substitution in the Apatite Structure. Thesis. New York University.
- LEGEROS, R.Z. (1981). Apatites in biological systems. *Progress in Crystal Growth and Characterization*, **4**: 1-45.
- LEGEROS, R.Z., LEGEROS, J.P. (1983). Carbonate Analyses of Synthetic, Mineral and Biological Apatites. *Journal of Dental Research*, **62**: 259.
- LEGEROS, R.Z., MIRAVITE, M.A., QUIROLGICO, G.B., CURZON, M.E. (1977). The effect of some trace elements on the lattice parameters of human and synthetic apatites. *Calcified Tissue Research*, **22**: 362-7.
- LEGEROS, R.Z., PILIERO, J.A., PENTEL, L. (1983). Comparative Properties of Deciduous and Permanent (Young and Old) Human Enamel. *Journal of Dental Research*, **62**: 259.
- LEGEROS, R.Z., SAKAE, T., BAUTISTA, C., RETINO, M., LEGEROS, J.P. (1996). Magnesium and carbonate in enamel and synthetic apatites. *Advances in Dental Research*, **10**: 225-31.
- LEGEROS, R.Z., SILVERSTONE, L.M., DACULSI, G., KEREBEL, L.M. (1983). In vitro caries-like lesion formation in F-containing tooth enamel. *Journal of Dental Research*, **62**: 138.
- LEGEROS, R.Z., SUGA, S. (1980). Crystallographic nature of fluoride in enameloids of fish. *Calcified Tissue International*, **32**: 169-174.
- LEGEROS, R.Z., TRAUTZ, O.R., KLEIN, E., LEGEROS, J.P. (1969). Two types of carbonate substitution in the apatite structure. *Experientia*, **25**: 5-7.
- LEGEROS, R.Z., TRAUTZ, O.R., LEGEROS, J.P., KLEIN, E., SHIRRA, W.P. (1967). Apatite Crystallites: Effect of Carbonate on Morphology. *Science*, **155**: 1409-1411.
- LEGEROS, R.Z., TUNG, M.S. (1983). Chemical stability of carbonated - and fluoride - containing apatites. *Caries Research*, **17**: 419-429.
- LEVERETT, D.H., FEATHERSTONE, J.D.B., PROSKIN, H.M., ADAIR, S.M., EISENBERG, A.D., MUNDORFF – SHRESTHA, S.A., SHIELDS, C.P., SHAFFER, C.L., BILLINGS, R.J. (1993). Caries risk assessment by a cross-sectional discrimination model. *Journal of Dental Research*, **72**: 529-537.
- LEVERETT, D.H., PROSKIN, H.M., FEATHERSTONE, J.D.B., ADAIR, S.M., EISENBERG, A.D., MUNDORFF-SHRESTHA, S.A., SHIELDS, C.P., SHAFFER, C.L., BILLINGS, R.J. (1993). Caries risk assessment in a longitudinal discrimination study. *Journal of Dental Research*, **72**: 538-543.
- LEY, E.R., SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W. (1956). Relative solubility of the intact enamel surfaces of the primary and permanent teeth. *Journal of Dentistry for Children*, **23**: 84-85.
- LI, Y., NAVIA, J.M., CAUFIELD, P.W. (1994). Colonization by mutans streptococci in the mouths of 3 and 4 year old Chinese children with or without enamel hypoplasia. *Archives of Oral Biology*, **39**: 1057-1062.
- LI, Y., WANG, W. (2002). Predicting Caries in Permanent Teeth from Caries in Primary Teeth: An Eight-year Cohort Study. *Journal of Dental Research*, **81**: 561-566.
- LITT, M.D., REISINE, S., TINANOFF, N. (1995). Multidimensional causal model of dental caries development in low income pre school children. *Public Health Reports*, **110**: 607-617.

- LITTLE, M.F. (1961). Studies on the Inorganic Carbon Dioxide Component of Human Enamel. II. The Effect of Acid on Enamel CO₂. *Journal of Dental Research*, **40**: 903-914.
- LOESCHE, W.J., EKLUND, S., EARNEST, R., BURT, B. (1984). Longitudinal investigation of bacteriology of human fissure decay: epidemiological studies in molars shortly after eruption. *Infect. Immun.*, **46**: 765-72.
- LOESCHE, W.J., ROWAN, J., STRAFFON, L.H., LOOS, P.J. (1975). Association of Streptococcus mutants with human dental decay. *Infect. Immun.*, **11**: 1252-60.
- LOESCHE, W.J., STRAFFON, L.H. (1979). Longitudinal investigation of the role of streptococcus mutans in human fissure decay. *Infect. Immun.*, **26**: 498-507.
- LUDWIG, T.G., HEALY, W.B., LOSEE, F.L. (1960). An association between dental caries and certain soil conditions in New Zealand. *Nature*, **186**: 695.
- MACGREGOR, A.B. (1964). Increasing caries incidence and changing diet in Ghana. *International Dental Journal*, **13**: 516.
- MANLY, R.S., HODGE, H.C. (1939). Density and refractive index studies of dental hard tissue I. Methods for separation and determination of purity. *Journal of Dental Research*, **18**: 133-141.
- MARGOLIS, H.C., MORENO, E.C. (1990). Psychochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides. *Journal of Dental Research*, **69**: 606-613.
- MARMOT, M. (2000). Social determinants of health: from observation to policy. *Medical Journal of Australia*, **172**: 379-382.
- MARSH, P.D. (1999). Microbiologic aspect of dental plaque and dental caries. *Dental Clinics North America*, **43**: 599-614.
- MARSHALL, A.F., LAWLESS, K.R. (1981). TEM study of the central dark line in enamel crystallites. *Journal of Dental Research*, **60**: 1773.
- MARTHALER, T.M., OMULLANE, D.M., VRBIC, V. (1996). The prevalence of dental caries in Europe 1990-1995. ORCA Saturday afternoon symposium 1995. *Caries Research*, **30**: 237-55.
- MASCARENHAS, A.K. (1998). Oral hygiene as a risk indicator of enamel and dentine caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **26**: 331-9.
- MATTOS GRANER, R.O., SMITH, D.J., KING, W.F., MAYER, M.P.A. (2000). Water-insoluble glucan synthesis by mutans streptococcal strains correlates with caries incidence in 12- to 30-month-old children. *Journal of Dental Research*, **79**: 1371-1377.
- MAYER, I., FEATHERSTONE, J.D.B., NAGLER, R., NOEJOVICH, Z., DEUTSCH, D., GEDALIA, I. (1985). The thermal decomposition of Mg-containing carbonate apatites. *Journal of Solid State Chemistry*, **56**: 230-235.
- MAYER, I., VOEGEL, J.C., BRES, E.F., FRANK, R.M. (1988). The release of carbonate during the dissolution of synthetic apatites and dental enamel. *Journal of Crystal Growth*, **87**: 129-136.
- MCCANN, H.G. (1969). The effect of fluoride complex formation on fluoride uptake and retention in human enamel. *Archives of Oral Biology*, **14**: 521-531.
- MCCMAHON, J., PARNELL, W.R., SPEARS, G.F. (1993). Diet and dental caries in preschool children. *European Journal of Clinical Nutrition*, **47**: 794-802.

- MEREDITH, N., SHERRIFF, M., SETCHELL, D.J., SWANSON, S.A. (1996). Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Archives of Oral Biology*, **41**: 539-545.
- MESSER, L.B. (2000). Assessing caries risk in children. *Australian Dental Journal*, **45**: 10-6.
- MEYER, J.L., FOWLER, B.O. (1982). Lattice defects in nonstoichiometric calcium hydroxylapatites: A chemical approach. *Inorganic Chemistry*, **21**: 3029-3035.
- MILEN, A. (1987). Role of social class in caries occurrence in primary teeth. *International Journal of Epidemiology*, **16**: 252-6.
- MILGROM, P., RIEDY, C.A., WEINSTEIN, P., TANNER, A.C., MANIBUSAN, L., BRUSS, J. (2000). Dental caries and its relationship to bacterial infection, hypoplasia, diet and oral hygiene in 6 to 36 month old children. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **28**: 295-306.
- MIR, N.A., HIGUCHI, W.I. (1969). The mechanism of action of solution fluoride upon the demineralization rate of human enamel. *Archives of Oral Biology*, **14**: 901-920.
- MOINICHEN, C.B., LYGSTADAAS, S.P., RISNES, S. (1996). Morphological characteristics of mouse incisor enamel. *Journal Of Anatomy*, **189**: 325-333.
- MONTEL, G., BONEL, G., HEUGHEBAERY, J.C., TROMBE, J.C., REY, C. (1981). New concepts in the composition, crystallization and growth of the mineral component of calcified tissues. *Journal of Crystal Growth*, **53**: 74-99.
- MORENO, E.C., AOBA, T. (1990). Solubility of human enamel mineral. *Journal de Biologie Buccale*, **18**: 195-201.
- MORENO, E.C., AOBA, T. (1991). Comparative solubility study of human dental enamel, dentine and hydroxyapatite. *Calcified Tissue International*, **49**: 6-13.
- MORENO, E.C., ZAHRADNIC, R.T. (1974). Chemistry of enamel subsurface demineralization in vitro. *Journal of Dental Research*, **53**: 226-235.
- MORTIMER, K.V. (1970). The relationship of deciduous enamel structure to dental disease. *Caries Research*, **4**: 206-223.
- MURRAY, J.J., BRECKON, J.A., REYNOLDS, P.J., NUNN, J.H. (1991). The effect of residence and social class on dental caries experience in 15-16 year old children living in three towns (natural fluoride, adjusted fluoride and low fluoride) in the north east of england. *British Dental Journal*, **171**: 319-322.
- MURRAY, M.M. (1936). The calcium, magnesium and phosphorus content of teeth of different animals. A brief consideration of the mechanism of calcification. *Biochemical Journal*, **30**: 1567.
- NADANOVSKY, P., SHEIHAM, A. (1995). Relative contribution of dental services to the changes in caries levels of 12-year-old children in 18 industrialized countries in the 1970s and early 1980s. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **23**: 331-9.
- NAMAL, N., VEHIT, H.E., CAN, G. (2005). Risk faktors for dental caries in Turkish preschool children. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, **23**: 115-118.
- NANCI, A., AHLUWALIA, J.P., ZALZAL, S., SMITH, C.E. (1989). Cytochemical and biochemical characterization of glycoproteins in forming and maturing enamel of the rat incisor. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry*, **37**: 1619 - 1633.

- NANDI, R.K., SEN GUPTA, S.P. (1975). The application of the convolution relations in the X-ray line breadth analysis. I. *Journal of physics: Applied physics*, **8**: 731-737.
- NATIONAL NETWORK FOR CHILD CARE (2002). Guidelines for bottle feeding. Erişim: [<http://www.nncc.org>]. Erişim Tarihi: 04. Nisan. 2008.
- NAVIA, J.M. (1970). Evaluation of Nutritional and Dietary Factors that Modify Animal Caries. *Journal of Dental Research*, **49**: 1213-1227.
- NELSON, D.G., FEATHERSTONE, J.D., DUNCAN, J.F., CUTRESS, T.W. (1983). Effect of carbonate and fluoride on the dissolution behaviour of synthetic apatites. *Caries Research*, **17**: 200-11.
- NELSON, D.G., FEATHERSTONE, J.D. (1982). Preparation, analysis, and characterization of carbonated apatites. *Calcified Tissue International*, **34**: 69-81.
- NELSON, D.G.A. (1981). The influence of carbonate on the atomic structure and reactivity of hydroxyapatite. *Journal of Dental Research*, **60**: 1621-1629.
- NELSON, D.G.A., BARRY, J.C. (1989). High resolution electron microscopy of nonstoichiometric apatite crystals. *Anatomical Record*, **224**: 265-276.
- NELSON, D.G.A., BARRY, J.C., SHIELDS, C.P., GLENA, R., FEATHERSTONE, J.D.B. (1989). Crystal morphology, composition and dissolution behavior of carbonated apatites prepared at controlled pH and temperature. *Journal of Colloid and Interface Science*. **130**: 467-479.
- NELSON, D.G.A., FEATHERSTONE, J.D.B., DUNCAN, J.F., CUTRESS, T.W. (1982). Paracrystalline disorder of biological and synthetic carbonate-substituted apatites. *Journal of Dental Research*, **61**: 1274-1281
- NELSON, D.G.A., MCLEAN, J.D., SANDERS, J.V. (1983). A high-resolution electron microscope study of synthetic and biological carbonated apatites. *Journal of Ultrastructure Research*, **84**: 1-15.
- NELSON, D.G.A., WOOD, G.J., BARRY, J.C. (1986). The structure of (100) defects in carbonated apatite crystallites: a high resolution electron microscope study. *Ultramicroscopy*, **19**: 253-266.
- NEWBRUN, E. (1989). Cariology. Third edition. Quintessence Publishing. p.: 52-64.
- NEWMAN, H.N. (1986). The relation between plaque and dental caries. *Journal of the Royal Society of Medicine*, **14**: 1-5.
- NICOLAU, B., MARCENES, W., BARTLEY, M., SHEIHAM, A. (2003). A life course approach to assessing causes of dental caries experience: the relationship between biological, behavioural, socio-economic and psychological conditions and caries in adolescents. *Caries Research*, **37**: 319-326.
- NIKIFORUK, G., MCLEOD, I.M., BURGESS, R.C., GRAINGER, R.M., BROWN, H.K. (1962). Fluoride-Carbonate Relationship in Dental Enamel. *Journal of Dental Research*, **41**: 1477.
- NISHINO, M., YAMASHITA, S., AOBA, T., OKAZAKI, M., MORIWAKI, Y. (1981). The laser-Raman spectroscopic studies on human enamel and precipitated carbonate-containing apatites. *Journal of Dental Research*, **60**: 751-755.
- NYLEN, M.U., EANES, E.D., OMNELL, K.A. (1963). Crystal Growth in Rat Enamel. *Journal of Cell Biology*, **18**: 109-123.

- NYVAD, B., KILIAN, M. (1990). Comparison of the initial streptococcus microflora on dental enamel in caries - active and caries - inactive individual. *Caries Research*, **24**: 267-272.
- OCKERSE, T. (1943). The chemical composition of enamel and dentin in high and low caries areas of South Africa. *Journal of Dental Research*, **22**: 441.
- OKAZAKI, M. (1983). F-CO₃ interaction in IR spectra of fluoridated CO₃-apatites. *Calcified Tissue Research*, **35**: 78-81.
- OKAZAKI, M., MORIWAKI, Y., AOBA, T., DOI, Y., TAKAHASHI, J. (1981). Solubility behavior of CO₃ apatites in relation to crystallinity. *Caries Research*, **15**: 477-83.
- OKAZAKI, M., TAKAHASHI, J., KIMURA, H. (1986). Unstable behavior of magnesium - containing hydroxyapatites. *Caries Research*, **20**: 324-31.
- PALENSTEIN HELDERMAN, W.H., PELKWIJK, L., DIJK, J.W.E. (1989). Caries in fissures of permanent first molars as a predictor for caries increment. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **17**: 282-284.
- PASCHALIS, E.P., DICARLO, E., BETTS, F., SHERMAN, P., MENDELSON, R., BOSKEY, A.L. (1996). FTIR microspectroscopic analysis of human osteonal bone. *Calcified Tissue International*, **59**: 480-487.
- PATEL, P.R., BROWN, W.E. (1975). Thermodynamic solubility product of human tooth enamel: powdered sample. *Journal of Dental Research*, **54**: 728-736.
- PAYNTER, K.J., GRAINGER, R.M. (1956). The relation of nutrition to the morphology and size of rat molar teeth. *Journal Of The Canadian Dental Association*, **22**: 519-531.
- PEARCE, E.I.F., NELSON, D.G.A. (1989). Microstructural features of carious human enamel imaged with backscattered electrons. *Journal of Dental Research*, **68**: 113-118.
- PELKWIJK, A.T., PALENSTEIN HELDERMAN, W.H., DIJK, J.W.E. (1990). Caries experience in the deciduous dentition as predictor for caries in permanent dentition. *Caries Research*, **24**: 65-71.
- PENEL, G., LEROY, G., REY, C., BRES, E. (1998). MicroRaman spectral study of the PO₄ and CO₃ vibrational modes in synthetic and biological apatites. *Calcified Tissue International*, **63**: 475-481.
- PETERSEN, P.E. (1990). Social inequalities in dental health. Towards a theoretical explanation. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **18**: 153-8.
- PETERSEN, P.E., HOERUP, N., POOMVISET, N., PROMMAJAN, J., WATANAPA, A. (2001). Oral health status and oral health behaviour of urban and rural schoolchildren in Southern Thailand. *International Dental Journal*, **51**: 95-102.
- PICTON, D.C. (1986). Basis for the use of topical and systemic fluorides in caries prevention. *Journal of the Royal Society of Medicine*, **14**: 18-21.
- PIENIHAKKINEN, K., JOKELA, J., ALANEN, P. (2004). Assessment of caries risk in preschool children. *Caries Research*, **38**: 156-162.
- PINE, C., BURNSIDE, G., CRAVEN, R. (2003). Inequalities in dental health in the north-west of England. *Community Dental Health*, **20**: 55-6.

- PLATE, U., ARNOLD, S., REIMER, L., HOHLING, H.J., BOYDE, A. (1994). Investigation of the early mineralisation on collagen in dentine of rat incisors by quantitative electron spectroscopic diffraction (ESD). *Cell and Tissue Research*, **278**: 543-7.
- PLESHKO, N., BOSKEY, A., MENDELSON, R. (1991). Novel infrared spectroscopic method for the determination of crystallinity of hydroxyapatite minerals. *Biophysical Journal*, **60**: 786-793.
- POOLE, D.F.G., NEWMAN, H.N., DIBDIN, G.H. (1981). Structure and porosity of human cervical enamel studied by polarizing microscopy and transmission electron microscopy. *Archives of Oral Biology*, **26**: 977-982.
- POOLE, D.F.G., SHELLIS, R.P., TYLER, J.E. (1981). Rates of formation in vitro of dental caries-like enamel lesions in man and some non-human primates. *Archives of Oral Biology*, **26**: 413-417.
- POSNER, A.S., BETTS, F., BLUMENTHAL, N.C. (1980). Formation and structure of synthetic and bone hydroxyapatites. *Progress in Crystal Growth and Characterization*. **3**: 49-64.
- POWELL, L.B. (1998). Caries risk assessment: relevance to the practitioner. *Journal of the American Dental Association*, **129**: 349.
- POWELL, L.V. (1998). Caries prediction: A review of the literature. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **26**: 361-71.
- RACHINGER, W.A., PHAKEY, P.P., PALAMARA, J., ORAMS, H.J. (1982). Planar faults in dental hydroxy-apatite. *Calcified Tissue International*, **34**: 209-10.
- RAMOS-GOMEZ, F.J., TOMAR, S.L., ELLISON, J., ARTIGA, N., SINTES, J., VICUNA, G. (1999). Assessment of early childhood caries and dietary habits in a population of migrant Hispanic children in Stockton, California. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, **66**: 395-403, 366.
- RAMOS-GOMEZ, F.J., WEINTRAUB, J.A., GANSKY, S.A., HOOVER, C.I., FEATHERSTONE, J.D.B. (2002). Bacterial, behavioral and environmental factors associated with early childhood caries. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **26**: 165-173.
- REICH, E., LUSSI, A., NEWBRUN, E. (1999). Caries risk assessment. *International Dental Journal*, **49**: 15-26.
- REY, C., BESHAK, K., GRIFFIN, R., GLIMCHER, M.J. (1991). Structural studies of the mineral phase of calcifying cartilage. *Journal of Bone and Mineral Research*, **6**: 515-25.
- REY, C., RENGOPALAKRISHNAN, V., COLLINS, B., GLIMCHER, M.J. (1991). Fourier transform infrared spectroscopic study of the carbonate ions in bone mineral during aging. *Calcified Tissue International*, **49**: 251-8.
- REY, C., RENGOPALAKRISHNAN, V., SHIMIZU, M., COLLINS, B., GLIMCHER, M.J. (1991). A resolution enhanced fourier transform infrared spectroscopic study of the environment of the CO₃²⁻ ion in the mineral phase of enamel during its formation and maturation. *Calcified Tissue International*, **49**: 259-268.
- RICKETTS, D., KIDD, E., WEERHEIJM, K., DE SOET, H. (1997). Hidden caries: what is it? Does it exist? Does it matter? *International Dental Journal*, **47**: 259-65.
- RIPA, L.W. (1988). Nursing caries: a comprehensive review. *Pediatric Dentistry*, **10**: 268-82.

- ROBERTS, I.F., ROBERTS, G.J. (1979). Relation between medicines sweetened with sucrose and dental disease. *Br. Med. J.*, **2**: 14-6.
- ROBINSON, C., KIRKHAM, J. (1990). The effect of fluoride on the developing mineralised tissue. *Journal of Dental Research*, **69**: 685-691.
- ROBINSON, C., SHOTE, R.C., BROOKES, S.J., STAFFORD, S., WOOD, S.R., KIRKHAM, J. (2000). The chemistry of dental caries. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, **11**: 481-495.
- ROBINSON, C., WEATHERELL, J.A., HALLSWORTH, A.S. (1972). The effect of variations in enamel composition on the progress of carious attack. *Caries Research*, **6**: 84.
- RODRIGUES, C.S., WATT, R.G., SHEIHAM, A. (1999). Effects of dietary guidelines on sugar intake and dental caries in 3-year-olds attending nurseries in Brazil. *Health Promotion International*, **14**: 329-335.
- ROTHMAN, K.J., ROTHMAN, K.J., GLASS, R.L., ESPINAL, F., VELEZ, H., MEJIA, R. (1972). Dental Caries and Soil Content of Trace Metals in Two Colombian Villages. *Journal of Dental Research*, **51**: 1686.
- RUGG-GUNN, A.J., HACKETT, A.F., APPLETON, D.R., JENKINS, G.N., EASTOE, J.E. (1984). Relationship between dietary habits and caries increment assessed over two years in 405 English adolescent school children. *Archives of Oral Biology*, **29**: 983-992.
- SAEMUNDSSON, S.R., SLADE, G.D., SPENCER, A.J., DAVIES, M.J. (1997). The basis for clinicians caries risk grouping. *Pediatric Dentistry*, **19**: 331-8.
- SAGLAM, S. (2006). Türkiye'de İç Göç Olgusu ve Kentleşme. *Türkiyat Araştırmaları*, **5**: 34-44.
- SAMUELSON, G., GRAHNEN, H., ARVIDSSON, E. (1971). An epidemiological study of child health and nutrition in a northern Swedish county. VI. Relationship between general and oral health, food habits, and socioeconomic conditions. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **24**: 1361-73.
- SARKAR, S. (1997). Chemical analysis of sound and carious enamel of permanent tooth. *J. Indian Soc. Pedo. Prev. Dent.*, p: 121 – 123.
- SAUER, G.R., ZUNIC, W.B., DURIG, J.R., WUTHIER, R.E. (1994). Fourier transform Raman spectroscopy of synthetic and biological calcium phosphate. *Calcified Tissue International*, **54**: 414-420.
- SAYEGH, A., DINI, E.L., HOLT, R.D., BEDI, R. (2002a). Caries in preschool children In Amman, Jordan and the relationship to socio-demographic factors. *International Dental Journal*, **52**: 87-93.
- SAYEGH, A., DINI, E.L., HOLT, R.D., BEDI, R. (2002b). Caries prevalence and patterns and their relationship to social class, infant feeding and oral hygiene in 4-5-year-old children in Amman, Jordan. *Community Dental Health*, **19**: 144-51.
- SCOTT, D.B. (1999). *Orban's Oral Histology and Embriology*. C.V. Mosby. p.: 39 – 97.
- SCOTT, D.B., SIMMELINK, J.W., NYGAARD, V. (1974). Structural Aspects of Dental Caries. *Journal of Dental Research*, **53**: 165-178.
- SEOW, W.K. (1998). Biological mechanisms of early childhood caries. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **26**: 8-27.

- SEPPA, L., HAUSEN, H., POLLANEN, L., HELASHARJU, K., KARKKAINEN, S. (1989). Past caries recordings made in Public Dental Clinics as predictors of caries prevalence in early adolescence. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **17**: 277-81.
- SHAPIRO, I.M., HARTLES, R.L. (1965). An improved method with low material loss for the separation of teeth into fractions of differing density. *Archives of Oral Biology*, **10**: 155-159.
- SHASHIKIRAN, N.D., SUBBA REDDY, V.V., HIREMATH, M.C. (2007). Estimation of trace elements in sound and carious enamel of primary and permanent teeth by atomic absorption spectrophotometry: an in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, **18**: 157-62.
- SHEIHAM, A., WATT, R.G. (2000). The common risk factor approach: a rational basis for promoting oral health. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **28**: 399-406.
- SHELLIS, R.P. (1984). Relationship between human enamel structure and the formation of caries - like lesions in vitro. *Archives of Oral Biology*, **29**: 975-981.
- SHELLIS, R.P. (1996). A Scanning electron - microscopic study of solubility variations in human enamel and dentine. *Archives of Oral Biology*, **41**: 473-484.
- SHELLIS RP, HEYWOOD BR, WAHAB FK. (1997). Formation of brushite, monelite and whitlockite during equilibration of human enamel with acid solution at 37 C. *Caries Research*, **31**: 71-77.
- SHELLIS, R.P., WAHAB, F.K., HEYWOOD, B.R. (1993). The hydroxyapatite ion activity product in acid solutions equilibrated with human enamel at 37 C. *Caries Research*, **27**: 365-72.
- SHI, S., DENG, Q., HAYASHI, Y., YAKUSHIJI, M., MACHIDA, Y., LIANG, Q. (2003). A follow - up study on three caries activity tests. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, **27**: 359-364.
- SHIMODA, S., AOBA, T., MORENO, E.C., MIAKE, Y. (1990). Effect of solution composition on morphological and structural of carbonated apatites. *Journal of Dental Research*, **69**: 1731-1740.
- SHWARTZ, M., GRONDAHL, H.G., PLISKIN, J.S., BOFFA, J. (1984). A longitudinal analysis from bite-wing radiographs of the rate of progression of approximal carious lesions through human dental enamel. *Archives of Oral Biology*, **29**: 529-536.
- SILVER, D.H. (1987). A longitudinal study of infant feeding practice, diet and caries, related to social class in children aged 3 and 8-10 years *British Dental Journal*, **163**: 296-300.
- SILVERSTONE, L.M., FEATHERSTONE, M.J., HICKS, M.J. (1988). Dynamic factors affecting lesion initiation and progression in human dental enamel. Part 1. The dynamic nature of enamel caries. *Quintessence International*, **19**: 683-711.
- SIMMER, J.P., HU, C.C. (2001). Dental enamel formation and its impact on clinical dentistry. *Journal of Dental Education*, **65**: 896-905.
- SIMPSON, D.R. (1966). Apatite and octa calcium phosphate: Effects of carbon dioxide and halogens on formation. *Science*, **154**: 1660.
- SIMPSON, D.R. (1972). Problems of the composition and structure of the bone minerals. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **86**: 260-86.
- SKEIE, M.S. (2005). Dental caries in children aged 3 - 10 years University of Bergen. Erişim: [https://bora.uib.no/handle/1956/2047]. Erişim Tarihi: 21. Mart. 2008.

- SOBEL, A.E. (1960). Interrelationship of tooth composition, body fluids, diet and caries susceptibility. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **85**: 96-109.
- SOGI, G.M., BHASKAR, D.J. (2002). Dental caries and oral hygiene status of school children in Davangere related to their socio-economic levels: an epidemiological study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, **20**: 152-7.
- SONJU CLASEN, A.B., RUYTER, I.E. (1997). Quantitative determination of type -A and type B carbonate in human deciduous and permanent enamel by means of fourier transform infrared spectrometry. *Adv. Dent. Res.*, **11**: 523-527.
- SREEBNY, L.M. (1982). The sugar-caries axis. *International Dental Journal*, **32**: 1-12.
- STAMM, J.W., DISNEY, J.A., GRAVES, R.C., BOHANNAN, H.M., ABERNATHY, J.R. (1988). The University of North Carolina Caries Risk Assessment Study. I: Rationale and content. *Journal of Public Health Dentistry*, **48**: 225-32.
- STECKSEN-BLICKS, C. (1985). Salivary counts of lactobacilli and Streptococcus mutans in caries prediction. *Scandinavian Journal of Dental Research*, **93**: 204-12.
- STECKSEN-BLICKS, C., ARVIDSSON, S., HOLM, A.K. (1985). Dental health, dental care, and dietary habits in children in different parts of Sweden. *Acta Odontologica Scandinavica*, **43**: 59-67.
- STECKSEN-BLICKS, C., HOLM, A.K., MAYANAGI, H. (1989). Dental caries in Swedish 4-year-old children. Changes between 1967 and 1987. *Swedish Dental Journal*, **13**: 39-44.
- SUNDBY, A., PETERSEN, P.E. (2003). Oral health status in relation to ethnicity of children in the Municipality of Copenhagen, Denmark. *International Journal of Paediatric Dentistry*, **13**: 150-7.
- SUTCLIFFE, P. (1973). The need for treatment in 11 to 17-year-old children. A longitudinal epidemiological study. *British Dental Journal*, **135**: 153-157.
- SVALBE, I.D., ANWAR CHAUDHRI, M.A., TRAXEL, K., ENDER, C., MANDEL, A. (1984). Surface profiling of trace elements across pre - carious lesions in teeth. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, **B3**: 651 - 653.
- SVALBE, I.D., CHAUDHRI, M.A., TRAXEL, K., ENDER, C., MANDEL, A. (1984). Microprobe profiling of fluorine and other trace elements to large depths in teeth. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, **3**: 648-650.
- SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W. (1952). Solubility of enamel areas of known hardness. *Journal of Dental Research*, **31**: 293.
- SWEENEY, P.C., NUGENT, Z., PITTS, N.B. (1999). Deprivation and dental caries status of 5 year old children in Scotland. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **27**: 152-159.
- SYDNEY-ZAX, M., MAYER, I., DEUTSCH, D. (1991). Carbonate content in developing human and bovine enamel. *Journal of Dental Research*, **70**: 913-916.
- SZPUNAR, S.M., BURT, B.A. (1992). Evaluation of appropriate use of dietary fluoride supplements in the US. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **20**: 148-54.
- TAKEUCHI, T. (1961). Epidemiologic study on dental caries in Japanese children before, during and after World War II. *International Dental Journal*, **11**: 443.

- TANG, G., SAMARANAYAKE, L.P., YIP, H.K. (2004). Genotypic diversity of oral *Actinomyces naeslundii* genospecies 1 and 2 in caries-active preschool children. *Oral Microbiology and Immunology*, **19**: 371-8.
- TANG, G., YIP, H.K., SAMARANAYAKE, L.P., LUO, G., LO, E.C., TEO, C.S. (2003). *Actinomyces* spp. in supragingival plaque of ethnic Chinese preschool children with and without active dental caries. *Caries Research*, **37**: 381-90.
- TANG, J.M., ALTMAN, D.S., ROBERTSON, D.C., O'SULLIVAN, D.M., DOUGLASS, J.M., TINANOFF, N. (1997). Dental caries prevalence and treatment levels in Arizona preschool children. *Public Health Reports*, **112**: 319-331.
- TANZER, J.M., LIVINGSTON, J., THOMPSON, A.M. (2001). The microbiology of primary dental caries in humans. *Journal of Dental Education*, **65**: 1028-37.
- TERMINE, J.D., LUNDY, D.R. (1973). Hydroxide and carbonate in rat bone mineral and its synthetic analogues. *Calcified Tissue Research*, **13**: 73-82.
- THERMO NICOLET CORPORATION (2001). Introduction to fourier transform infrared spektroskopy. Erişim: [<http://www.thermonicolet.com>] Erişim Tarihi: 05. Haziran. 2008.
- THEUNS, H.M., DRIESSENS, F.C.M., VAN DIJK, J.W.E., GROENEVELD, A. (1986). Experimental evidence for a gradient in the solubility and in the rate of dissolution of human enamel. *Caries Research*, **20**: 24-31.
- THEUNS, H.M., VAN DIJK, J.W.E., JONGEBLOED, W.L., GROENEVELD, A. (1983). The mineral content of human enamel studied by polarizing microscopy, microradiography and scanning electron microscopy. *Archives of Oral Biology*, **28**: 797-803.
- THOMSON, W.M., POULTON, R., KRUGER, E., BOYD, D. (2000). Socio-economic and behavioural risk factors for tooth loss from age 18 to 26 among participants in the Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study. *Caries Research*, **34**: 361-6.
- THYLSTRUP, A., FEJERSKOV, O. (1986). Textbook of cariology. First edition. Copenhagen: Munksgaard. p.: 54-67
- THYLSTRUP, A., FEJERSKOV, O. (1994). Textbook of clinical cariology. Second Edition. Copenhagen: Munksgaard. p.: 98-120
- TIETZ, N.W. (1987). Fundamentals of Clinical Chemistry, Third Edition. W B Saunders Co. p.: 517 – 532.
- TINANOFF, N. (1995). Dental caries risk assessment and prevention. *Dental Clinics North America*, **39**: 709-19.
- TOMES, C.S. (1896). On the Chemical Composition of Enamel. *The Journal of Physiology*, **19**: 217-223.
- TRAMINI, P., PELISSIER, B., VALCARSEL, J., BONNET, B., MAURY, L. (2000). A raman spectroscopic investigation of dentin and enamel structures modified by lactic acid. *Caries Research*, **34**: 233-240.
- TRAUTZ, O.R. (1955). X ray diffraction of biological and synthetic apatites. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **60**: 696.
- TRAVIS, D.F., GLMCHER, M.J. (1964). The structure and organization of and the relationship between the organic matrix and the inorganic crystals of embryonic bovine enamel. *Journal of Cell Biology*, **23**: 447-497.

- TRUIN, G.J., KONIG, K.G., BRONKHORST, E.M., FRANKENMOLEN, F., MULDER, J., VANTHOF, M.A. (1998). Time trends in caries experience of 6 and 12 year old children of different socio economic status in the Hague. *Caries Research*, **32**: 1-4.
- TSUDA, H., ARENDS, J. (1994). Orientational micro - raman spectroscopy on hydroxyapatite single crystals and human enamel crystallites. *Journal of Dental Research*, **73**: 1703-1710.
- TSUDA, H., ARENDS, J. (1997). Raman spectroscopy in dental research: a short review of recent studies. *Advances in Dental Research*, **11**: 539-47.
- TSUDA, H., RUBEN, J., ARENDS, J. (1996). Raman spectra of human dentin mineral. *European Journal of Oral Sciences*, **104**: 123-31.
- TUCKER, K., ADAMS, M., SHAW, I., SMITH, A.J. (1998). Human enamel as a substrate for in vitro acid dissolution studies: influence of tooth surface and morphology. *Caries Research*, **32**: 135-140.
- TYLER, J.E. (1976). A scanning electron microscope study of factors influencing etch patterns of human enamel. *Archives of Oral Biology*, **21**: 765-9.
- TYLER, J.E., POOLE, D.F.G., SHELLIS, R.P. (1982). Artificial carious lesion formation: deciduous/permanent and high/low fluoride comparisons. *Journal of Dental Research*, **61**: 562.
- VAN HOUTE, J., GIBBS, G., BUTERA, C. (1982). Oral flora of children with nursing bottle caries. *Journal of Dental Research*, **61**: 382-385.
- VAN PALENSTEIN HELDERMAN, W.H., VAN LOVEREN, C. (2001). Prognosis of caries increment with past caries experience variables. *Caries Research*, **35**: 186-92.
- VANDERAS, A.P. (1986). Bacteriologic and nonbacteriologic criteria for identifying individuals at high risk of developing dental caries. *Journal of Public Health Dentistry*, **46**: 106-112.
- VANOBBERGEN, J., MARTENS, L., LESAFFRE, E., BOGAERTS, K., DECLERCK, D. (2001a). Assessing risk indicators for dental caries in the primary dentition. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **29**: 424-34.
- VANOBBERGEN, J., MARTENS, L., LESAFFRE, E., BOGAERTS, K., DECLERCK, D. (2001b). The value of a baseline caries risk assessment model in the primary dentition for the prediction of caries incidence in the permanent dentition. *Caries Research*, **35**: 442-50.
- VARUGHESE, K., MORENO, E.C. (1981). Crystal growth of calcium apatites in dilute solutions containing fluoride. *Calcified Tissue International*, **33**: 431-439.
- VERRIPS, G.H., FRENCKEN, J.E., KALSHEEK, H., HORST, G., FILEDT KOK – WEIMAR, T.L. (1992). Risk indicators and potential risk factors for caries in 5 - years - olds of different ethnic groups in Amsterdam. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **20**: 256-260.
- VERRIPS, G.H., KALSBECK, H., EIJKMAN, M.A. (1993). Ethnicity and maternal education as risk indicators for dental caries and the role of dental behaviour. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, **21**: 209-214.
- VIGNOLES, M., BONEL, G., HOLCOMB, D.W., YOUNG, R.A. (1988). Influence of preparation condition on the composition of Type B carbonated hydroxyapatite and on the localization of the carbonate ions. *Calcified Tissue International*, **43**: 33-40.
- VIGNOLES, M., BONEL, G., YOUNG, R.A. (1987). Occurrence of nitrogenous species in precipitated B-type carbonated hydroxyapatites. *Calcified Tissue International*, **40**: 64-70.

- VILA VERDE, A., RAMOS, M.M., STONEHAM, A.M. (2007). The role of mesoscopic modelling in understanding the response of dental enamel to mid-infrared radiation. *Physics in Medicine and Biology*, **52**: 2703-17.
- VOEGEL, J.C., FRANK, R.M. (1977). Stages in the dissolution of human enamel crystals in dental caries. *Calcified Tissue Research*, **24**: 19-27.
- VOLKER, J.F. (1940). Studies on the acid solubility of human enamel. *Journal of Dental Research*, **19**: 35.
- WALTERS, M.A., LEUNG, Y.C., BLUMENTHAL, N.C., LEGEROS, R.Z., KONSKE, K.A. (1990). A Raman and infrared spectroscopic investigation of biological hydroxyapatite. *Journal of Inorganic Biochemistry*, **39**: 193-200.
- WEATHERELL, J.A., DEUTSCH, D., ROBINSON, C., HALLSWORTH, A.S. (1975). Fluoride concentrations in developing enamel. *Nature*, **256**: 230-2.
- WEATHERELL, J.A., ROBINSON, C., HALLSWORTH, A.S. (1974). Variation in the chemical composition of human enamel. *Journal of Dental Research*, **53**: 180-192.
- WEATHERELL, J.A., ROBINSON, C. (1968). Micro determination of carbonate in dental enamel. *Analyst*, **93**: 244-8.
- WEATHERELL, J.A., ROBINSON, C., HILLER, C.R. (1968). Distribution of carbonate in thin sections of dental enamel. *Caries Research*, **2**: 1-9.
- WENDT, L.K., HALLONSTEN, A.L., KOCH, G., BRIKHED, D. (1996). Analysis of caries related factors in infants and toddlers living in Sweden. *Acta Odontologica Scandinavica*, **54**: 131-137.
- WENNHALL, I., MATSSON, L., SCHRODER, U., TWETMAN, S. (2002). Caries prevalence in 3 - year - old children living in a low socio - economic multicultural urban area in southern Sweden. *Sweden Dental Journal*, **26**: 166-172.
- WENTRUP-BYRNE, E., ARMSTRONG, C.A., ARMSTRONG, R.S., COLLINS, B.M. (1997). Fourier Transform Raman Microscopic Mapping of the Molecular Components in a Human Tooth. *Journal Raman Spectroscopy*, **28**: 151-158.
- WENZEL, A., FEJERSKOV, O., KIDD, E., JOYSTON-BECHAL, S., GROENEVELD, A. (1990). Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and by digitized, processed radiographs. *Caries Research*, **24**: 327-33.
- WHEELER, E.J., LEWIS, D. (1977). An x-ray study of the paracrystalline nature of bone apatite. *Calcified Tissue International*, **24**: 243-8.
- WHITTAKER, D.K. (1982). Structural variations in the surface zone of human tooth enamel observed by scanning electron microscopy. *Archives of Oral Biology*, **27**: 383-392.
- WHO (1996). Fluoride in Drinking-water. Erişim: [http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water/en/index.html]. Erişim Tarihi: 12. Şubat. 2008.
- WHO (1997). Oral Health methods and indices. Genova. p.:1-99
- WHO (2003). The World Oral Health report. Erişim: [http://www.who.int/oral_health/media/en/orh_report03_en.pdf]. Erişim Tarihi: 26. Mayıs. 2008.

- WHO (2006). Guidelines for Drinking-water Quality. Erişim: [http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en]. Erişim Tarihi: 17. şubat. 2008.
- WHO (2008). Child and Adolescent Health and Development Progress Report 2006–2007. Erişim: [http://www.who.int/child_adolescent_health/documents/9789241596497/en/index.html]. Erişim Tarihi: 21. şubat. 2008.
- WIELICZKA, D.M., SPENCER, P., KRUGER, M.B. (1996). Raman Mapping of the Dentin/Adhesive Interface. *Applied Spectroscopy*, **50**: 1500–1504.
- WIEMANN, M.R., BESIC, F.C. (1973). Dissolution and recrystallization in dental enamel. *Microscope*, **21**: 81–99.
- WILKINSON, F.C. (1959). Nutrition and teeth. *The Proceedings of the Nutrition Society*, **18**: 54-59.
- WILLIAMS, A.D, ELLIOTT, J.C. (1979). Basic and applied dental biochemistry. Churchill Livingstone. p: 34-48
- WILSON, P.R., BEYNON, A.D. (1989). Mineralization differences between human deciduous and permanent enamel measured by quantitative microradiography. *Archives of Oral Biology*, **34**: 85-8.
- WILSON, R.M., ELLIOTT, J.C., DOWKER, S.E.P. (1999). Rietveld refinement of the crystallographic structure of human dental enamel apatites. *American Mineralogist*, **84**: 1406-1414.
- WILSON, R.M., ELLIOTT, J.C., DOWKER, S.E.P., SMITH, R.I. (2004). Rietveld structure refinement of precipitated carbonate apatite using neutron diffraction data. *Biomaterials*, **25**: 2205-2213.
- WINTER, G.B. (1988). Prediction of high caries risk - diet, hygiene and medication. *International Dental Journal*, **38**: 227-230.
- WINTER, G.B., RULE, D.C., MAILER, G.P., JAMES, P.M., GORDON, P.H. (1971). The prevalence of dental caries in pre-school children aged 1 to 4 years. *British Dental Journal*, **130**: 434-6.
- XU, H.H., SMITH, D.T., JAHANMIR, S., ROMBERG, E., KELLY, J.R., THOMPSON, V.P., REKOW, E.D. (1998). Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentin. *Journal of Dental Research*, **73**: 472-80.
- YOUNG RA, MACKIE PE. (1980). Crystallography of human tooth enamel: Initial structure refinemen. *Materials Research Bulletin*, **15**: 17-29.
- YOUNG, R.A. (1974). Implications of atomic substitutions and other structural details in apatites. *Journal of Dental Research*, **53**: 193-203.
- YOUNG, R.A., VANDER LUGT, W., ELLIOTT, J.C. (1969). Mechanism for fluorine inhibition for diffusion in hydroxyapatite. *Nature*, **223**: 729-30.
- ZERO, D., FONTANA, M., LENNON, A.M. (2001). Clinical applications and outcomes of using indicators of risk in caries management. *Journal Dent Education*, **65**: 1126–1132.
- ZERO, D.T. (1999). Dental caries process. *Dental Clinics North America*, **43**: 635–664.
- ZICKERT, I., EMILSON, C.G., KRASSE, B. (1983). Correlation of level and duration of Streptococcus mutans infection with incidence of dental caries. *Infect. Immun.*, **39**: 982-5.

EKLER**EK-1****SOSYO -EKONOMİK DURUM DEĞERLENDİRME FORMU**

- 1) Babanın öğrenim durumu:
 1. Okul mezunu değil
 2. İlkokul mezunu
 3. Ortaokul / Lise mezunu
 4. Yüksek okul mezunu
 5. İleri eğitim görmüş (master, doktora)
- 2) Annenin öğrenim durumu:
 1. Okul mezunu değil
 2. İlkokul mezunu
 3. Ortaokul / Lise mezunu
 4. Yüksek okul mezunu
 5. İleri eğitim görmüş (master, doktora)
- 3) Ailenizin birey sayısı:
 1. 8 ve yukarısı
 2. 6 - 7 kişi
 3. 4 - 5 kişi
 4. 3 kişi
- 4) Oturduğunuz ev kime ait:
 1. Kira
 2. Lojman
 3. Kendine ait
- 5) Oturduğunuz evin ısınma düzeni:
 1. Soba
 2. Kat kaloriferi (Kombi)
 3. Kalorifer

6) Toplumun genelini göz önüne aldığınızda ailenizin ekonomik durumunu nasıl görüyorsunuz:

1. Alt
2. Ortanın altı
3. Orta
4. Ortanın üstü
5. Üst

7) Ailenizin sahip olduğu eşyalar (birden fazla işaretleyebilirsiniz)

- () Çamaşır kurutma makinesi
- () Yazlık ev
- () En çok 5 yaşında araba
- () DVD player
- () ADSL internet bağlantısı
- () Mikrodalga fırın
- () Ev - sinema ses sistemi

Testten alınabilecek en düşük değer : 6

Testten alınabilecek en yüksek değer : 32

DEĞERLENDİRME

6-14 Düşük Sosyo Ekonomik Durum

15-23 Orta Sosyo Ekonomik Durum

24-32 Yüksek Sosyo Ekonomik Durum

EK-2**ANKET FORMU****COCUĞUN BABASININ (Baba hayatta değilse boş bırakınız)**

Doğum Tarihi : 19.... Doğum Yeriniz: _____

1) Öğrenim durumu: Size uygun şıkkı işaretleyiniz.

- A) Okul mezunu değil
- B) İlkokul Mezunu
- C) Ortaokul Mezunu
- D) Lise Mezunu
- E) Üniversite Mezunu

2) Mesleğiniz: Boşluğa yazınız. (Öğretmen, Çiftçi, Serbest Meslek..vb şeklinde)

_____ (Çalışmıyorsanız boş bırakınız)

3) Genel sağlık güvenceniz: Size uygun şıkkı daire içine alınız.

- A) Emekli Sandığı
- B) SSK
- C) BAĞKUR
- D) Yeşil Kart
- E) Sağlık güvencem yok

4) Diş fırçalama sıklığınız : Size uygun şıkkı daire içine alınız.

- A) Günde iki kez veya daha fazla
- B) Günde bir kez
- C) Haftada 1-2 kez
- D) Hiç

5) Toplumun genelini göz önüne aldığınızda ailenizin ekonomik durumunu nasıl görüyorsunuz:

- A) Üst
- B) Orta
- C) Alt

COCUĞUN ANNESİNİN (Anne hayatta değilse boş bırakınız)

Doğum Tarihi : 19.... Doğum Yeriniz: _____

- 1) Öğrenim durumu: Size uygun şıkkı işaretleyiniz.
 - A) Okul mezunu değil
 - B) İlkokul Mezunu
 - C) Ortaokul Mezunu
 - D) Lise Mezunu
 - E) Üniversite Mezunu
- 2) Mesleğiniz: Boşluğa yazınız. (Öğretmen, Çiftçi, Ev hanımı..vb şeklinde,)
 _____ (Çalışmıyorsanız boş bırakınız)
- 3) Genel sağlık güvenceniz : Size uygun şıkkı daire içine alınız.
 - A) Emekli Sandığı
 - B) SSK
 - C) BAĞKUR
 - D) Yeşil Kart
 - E) Sağlık güvencem yok
- 4) Diş fırçalama sıklığınız : Size uygun şıkkı daire içine alınız.
 - A) Günde iki kez veya daha fazla
 - B) Günde bir kez
 - C) Haftada 1-2 kez
 - D) Hiç

SİZE FORMU GETİREN ÇOCUĞUNUZUN;

- 1) Çocuğunuzun doğumdan sonraki beslenme şekli: uygun olan şıkkı daire içine alınız.
 - A) Anne sütü
 - B) Hayvansal kaynaklı süt
 - C) Hayvansal kaynaklı süt ile anne sütü
- 2) Çocuğunuzu kaç ay emzirdiniz ? Size uygun şıkkı daire içine alınız.
 - A) 6 aydan az
 - D) 6-12 ay
 - E) 12 aydan fazla

3) Çocuğunuz kaç yaşına kadar biberon kullandı ?

- A) 1 seneden az
- B) 1 - 2 sene
- C) 2 seneden fazla

4) Çocuğunuz herhangi bir rahatsızlıktan dolayı **uzun süre** veya **sık sık** şurup şeklinde ilaç kullandı mı? (Örneğin öksürük şurubu veya ateş düşürücü şurup gibi) Size uygun şıkkı daire içine alınız.

- A) Evet
- B) Hayır

5) Çocuğunuzun diş fırçalama alışkanlığı: Uygun şıkkı daire içine alınız.

- A) Günde iki kez veya daha fazla
- B) Günde bir kez
- C) Haftada 1-2 kez
- D) Hiç

6) Çocuğunuz ana öğün haricinde atıştırma şeklinde besin tüketiyor mu?

- A) Evet
- B) Hayır

7) Çocuğunuza dişlerini korumak için aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri kullanıldı? Kullandıkları için (evet), kullanmadıkları için (hayır) ı daire içine alınız. (Birden fazla seçeneği işaretleyebilirsiniz)

- | | | |
|--------------------|--------|---------|
| A) Diş macunu | (evet) | (hayır) |
| B) Florlu Gargara | (evet) | (hayır) |
| C) Flor tabletleri | (evet) | (hayır) |

8) Çocuğunuzu en son ne zaman diş hekimine götürdünüz? Size uygun şıkkı daire içine alınız.

- A) Evet, son bir sene içinde götürdüm.
- B) Evet, bir seneden daha önce götürmüştüm.
- C) Hayır, daha önce hiç diş hekimine götürmedim.

9) Eğer 8. soruda “A) Evet, son bir sene içinde götürdüm” seçeneğini işaretlemişseniz niçin gittiğinizi belirtiniz? (birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.)

A) Kontrol amacıyla

B) Diş  ekimi için

C) Dolgu yaptırmak için

D) Diğer bir sebeple. Lütfen yazınız: _____

10) İkamet ettiğiniz yerde kaç senedir oturuyorsunuz? Boşluğa yazınız.

ÖZGEÇMİŞ

I. BİREYSEL BİLGİLER

Adı : Salih
 Soyadı : Doğan
 Doğum yeri ve tarihi : Ankara, 22.07.1976
 Uyruğu : TC
 Medeni durumu : Bekar
 İletişim adresi : Mebusevleri mah. İller sokak. 30/7 Çankaya / ANKARA
 Telefon : 0 312 215 57 88 (ev)
 : 0 532 717 77 42 (cep)
 E-posta : dogans@dentistry.ankara.edu.tr

II. EĞİTİM

2002 – 2008 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti AD.,
 ANKARA
 1993 – 1998 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, ANKARA
 1990 – 1993 : Çorum Atatürk Lisesi, ÇORUM
 1987 – 1990 : Çorum Eti Ortaokulu, ÇORUM
 1982 – 1987 : Çorum Bahçelievler İlkokulu, ÇORUM

Yabancı Dil : İngilizce

III. ÜNVANLARI

1998 : Diş hekimi

IV. MESLEKİ DENEYİMİ

2007 - : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti AD. / Doktora
 öğrencisi
 2006 – 2007 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti AD. /
 Araştırma görevlisi
 2002 – 2006 : Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti AD. / Doktora
 öğrencisi

V. ÜYE OLDUĞU BİLİMSEL KURULUŞLAR

Türk Pedodonti Derneği

Bilinçli Sedasyon Derneği

VI. BİLİMSEL İLGİ ALANLARI

Uluslararası Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

1. Orhan K., Ozer L., Orhan A.I., **Dogan S.**, Paksoy C.S. (2007). Radiographic evaluation of third molar development in relation to chronological age among Turkish children and youth. Forensic. Sci. Int. **165**: 46-51

Ulusal Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

1. Orhan K., **Dogan S.**, Delilbaşı Ç., Altundal H. (2004). Bir olgu nedeniyle kombine gelişimsel diş anomalileri: Süpernümerer diş, füzyon, dens invaginatus ve talon tüberkülü. Diş Hekimliğinde Klinik 17: 93-96

Bilimsel Toplantılarda Taktim Edilen ve Bildiri Kitabında Basılan Poster ve Sunumlar:

1. Orhan K, Özer L, **Doğan S**, Orhan AI, Paksoy CS.”Developmental stages of the third molar in Turkish children and young people” 10th. Congress of BASS, Belgrad, Serbia, 2005
2. Orhan K, Orhan AI, **Doğan S**. “Radiographic evaluation of pneumatized articular eminence in Turkish children” Joint Meeting of the Continental European (CED) and the Scandinavian (NOF) Divisions of IADR. Amsterdam, The Netherlands, 2005.
3. Orhan K, **Dogan S**, Delilbaşı Ç, Altundal H. Bir olgu nedeniyle kombine gelişimsel gelişimsel diş anomalileri: Süpernümerer diş, füzyon, dens invaginatus ve talon tüberkülü. 9. Uluslararası Endodonti Kongresi, İstanbul, Türkiye, 2004
4. Faytrouny M, **Dogan S**. Dental travmada yeni splintleme tekniği: 2 vaka raporu. Türk Pedodonti Derneği 13. Ulusal Kongresi, Fethiye, Türkiye, 2003

VII. BİLİMSEL ETKİNLİKLER

Katıldığı Bilimsel Sempozyum ve Kongreler

1. 15. Türk Pedodonti Derneği Kongresi. 17-21 Ekim 2007, Antalya, Türkiye.
2. Joint Meeting of the Continental European (CED) and the Scandinavian (NOF) Divisions of IADR. 14-17 Eylül 2005, Amsterdam, The Netherlands.
3. Türk Pedodonti Derneği 14. Ulusal Kongresi. 11-15 Mayıs 2005, Antalya, Türkiye
4. 10th. Congress of BASS. 11-14 Mayıs 2005. Belgrad, Serbia.

5. Türk Endodonti Derneği 9. Uluslararası Endodonti Kongresi. 22-24 Nisan 2004, İstanbul, Türkiye
6. Türk Pedodonti Derneği 13. Ulusal Kongresi. 25-29 Mayıs 2003, Fethiye, Türkiye