

Diş Hekimliğinde Florozis

Fluorosis in Dentistry

Burcu GÖZETİCİ*, Funda ÖZTÜRK BOZKURT**

Özet

Flor yer kabuğunda yaygın olarak bulunan bir elementtir. İçme suyuna ve diş hekimliğinde kullanılan çeşitli ürünlere eklenen florürün çürük oluşumunu azalttığı birçok çalışma ile kanıtlanmıştır. Çürük kontrolü amacıyla kullanılan florürün kanıtlanmış tek yan etkisi dişlerde florozis oluşmasıdır. Bu derleme, dişlerde, florozis oluşumunun etiyolojisi, patogenezi, klinik görüntüsü ve sınıflandırılması gibi konuları içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Florozis, dental, diş çürüğü

Abstract

Fluor is an element that is commonly found in the earth's crust. Fluoride that is added into various dental products and drinking water has been proven to reduce occurrence of caries by extensive research. Dental fluorosis has been reported to be the only proven side effect of fluoride that is used for caries control. This review includes the issues such as etiology, pathogenesis, clinical aspects and classification of dental fluorosis.

Key Words: Fluorosis, dental, dental caries

* Uzm. Dt., İstanbul Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye

** Yrd. Doç. Dr., İstanbul Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD, İstanbul, Türkiye

Flor yer kabuğunda yaygın olarak bulunan bir elementtir. Doğada serbest halde bulunmaz. Florür tuzları şeklinde, toprak, kaya ve suda bileşikler oluşturur. Yüksek konsantrasyonda bulunduğu yerler, geçmişte volkanik aktivite ya da jeolojik yükselme görülmüş bölgelerdir.¹ Sistemik olarak alınan florürün başlıca kaynakları su ve florür içerikli dental ürünlerdir.² Bunların yanı sıra, son yıllarda, 157 ppm florür içeren, siyah kaya tuzunun (CaF₂) tüketilmesi ve endüstriyel salınım ürünü olarak florür tozu ve dumanının solunmasının da sistemik florür alımının kaynakları arasında olduğu bildirilmiştir.³ Flor, periyodik cetveldeki en elektronegatif elementtir ve kalsiyuma olan bağlanma eğiliminden dolayı daha çok kalsifiye dokularla ilişkilidir.²

İçme suyuna ve diş hekimliğinde kullanılan çeşitli ürünlere eklenen florürün çürük oluşumunu azalttığı birçok çalışma ile kanıtlanmıştır.^{4,6} Florürün çürük önleyici etkisi, demineralizasyonu önlemesi, remineralizasyonu artırarak asit ataklarına dirençli bir tabaka oluşturması ve bakteriyel enzimleri engellemesi şeklinde sıralanabilecek üç temel mekanizmayla açıklanmaktadır.⁴ Dişin sürmesinden sonra, topikal olarak uygulanan ve sürme öncesi diş gelişimi esnasında sistemik olarak alınan florür pit ve fissürlerde çürük oluşumunu azaltır.⁵ Florürün dişlerin gelişimi esnasında sistemik olarak alınması, dişlerde florozise neden olabileceğinden dolayı tartışmalı bir konudur.⁷ Çürük kontrolü amacıyla kullanılan florürün kanıtlanmış tek yan etkisi, dişlerde florozis oluşumuna neden olmasıdır.^{8,9} Florürün çürük önleyici etkisinin daha çok sürme sonrasında olduğunu ve bu nedenle dişlerde florozis riskini azaltmak amacıyla yalnızca topikal olarak uygulamasının yeterli olduğunu savunan görüşün yanı sıra, florürden daha fazla fayda sağlamak amacıyla diş gelişimi esnasında da optimal dozu aşmayacak şekilde sistemik olarak uygulanabileceğini savunan görüşler de vardır.¹⁰ Sürme öncesi dönemde sistemik olarak alınan ve sürme sonrasındaki dönemde ise topikal olarak diş minesine uygulanan flor hidroksiapatit kristallerindeki hidroksil iyonları ile yer değiştirerek diş yapısına dahil olur. Florürün hidroksiapatitin yapısına katılması ile oluşan fluoroapatit kristalleri, mine nin asit ataklarına karşı direncini artırır.¹¹

Bazı gelişmiş ülkelerde suyun florürlenmesinin yanı sıra, tuza florür eklenmeye başlanmıştır.¹² İçme suyunun florürlenmesinin mümkün olmadığı birçok ülkede çürüklerin önlenmesi amacıyla doğumdan itibaren tabletler ya da damlalar kullanılarak sistemik florür alımı önerilmektedir.¹³ Tüm bunların yanı sıra bazı coğrafi bölgelerde doğal içme suyu kaynaklarında florür oranının optimal düzeyin üzerinde olması nedeniyle sistemik olarak aşırı florüre maruz kalınması

söz konusu olabilir.¹¹ Dişlerin gelişimi esnasında, sistemik olarak alınan florür düzeyi optimal seviyede ise çürük prevalansının azalmasına yardımcı olabilir, öte yandan optimal seviyenin üzerindeki florüre maruz kalınması halinde florozis gelişme riski vardır.⁶

Sonuç olarak günümüzde florürün içme suyuyla sistemik olarak ve topikal kullanım amaçlı dental ürünlerin yutulmasıyla dişlerde florozis görülme sıklığında artış söz konusudur.^{1,6,14,15}

Dental Florozisin Tanımı

Dişlerde görülen florozis diş gelişimi esnasında aşırı florür alımı sonucu ortaya çıkar.¹⁶ Florürün dentisyon üzerine etkisi çürüğe karşı direnci artırmak olarak sınırlandırılmaz ve doza bağlıdır.¹⁷ Florürün diş minesi üzerine etkisi ilk olarak Dean ve Evolve¹⁸ tarafından kanıtlanmıştır. Su kaynağındaki florür oranının optimal seviyenin üzerine çıkmasıyla mine yüzeyinde opasite ve pörözite şeklinde dental florozisin ilk klinik belirtileri ortaya çıkmaya başlar ve dozun artmasıyla bu belirtilerin şiddeti de artar (Şekil 1).¹⁹



Şekil 1. Opasite ve pörözite şeklinde görülen dental florozis

Dental Florozisin Etiyolojisi

Suya ve dental ürünlere eklenen florür başta olmak üzere florürün birçok kaynağı vardır ve bu kaynakların tümünün dişlerde florozis oluşturma potansiyeli vardır.²⁰

1. Dental florozis gelişimine neden olabilecek doğal kaynaklar

Doğal içme suyundaki florür konsantrasyonunun optimal seviyenin üzerinde olduğu coğrafi alanlarda 'endemik florozis' tablosu ortaya çıkar.²¹ Ülkemizde farklı yerleşim bölgelerinden alınan su örneklerinin analizi yapılarak ayrıntılı su flor haritası çıkartılmıştır. Bu haritaya göre Isparta ili ve çevresi, Samsun-Havza ve Vezirköprü, Ağrı, Van, Doğu Beyazıt, Doğu Anadolu-Tendürek Dağları-Gökçekaynak Suyu yerleşim bölgesi, Kırşehir-Çomalak Köyü endemik florozis alanları

arasındadır.²²

2. İçme Sularının Florürlenmesi

1930'lu yıllarda Dean ve ark.²³ tarafından yapılan çalışmalarda, belirli bir bölgenin içme suyunda 1ppm florür bulunması halinde, dental florozis riskinin oldukça düşük olduğu ve bölgedeki belirli nüfusta, belli bir zaman dilimi içerisinde yeni çürük oluşumunun önemli derecede azaldığı ortaya koyulmuştur. 1960'lı yıllara gelindiğinde, iklim farklılıklarının bireylerin su tüketimini etkileyeceği göz önünde bulundurulurak, Amerika Birleşik Devletleri Halk Sağlığı Servisi (USPHS) tarafından 0,7-1,2 mg/l standart oran olarak belirlenmiştir.²⁴ Ancak 1990'lı yıllarda USPHS tarafından standart olarak kabul edilen bu oranın özellikle tropikal ve subtropikal iklim görülen bölgeler için uygun olmadığı görülmüştür ve 1994 yılında Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayımlanan rapora göre içme suyuna eklemesi önerilen florür oranı 0,5-1 mg/l olarak bildirilmiştir.^{24,25} Yine bu rapora göre, içme suyunun florürlendiği bölgelerde iyi bir kanalizasyon sistemi olması gerektiği ve bunun yanı sıra bu görevi üstlenen kurumda multiprofesyonel (diş hekimi, mühendis, beslenme, kimya ve fizik uzmanları vb.) bir ekibin görev yapmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

3. Florür İçerikli Ağız Bakım Ürünleri

Yapılan klinik çalışmalarda diş macunlarındaki florür konsantrasyonunun artırılmasıyla çürük önleyici etkisinin arttığı gösterilmiştir.²⁶ Diş macunlarının çocuklar tarafından yutulmasının florozise neden olmayacağını savunan görüşün yanı sıra, 1000 ppm'lik diş macununun günde iki kez kullanılmasıyla 0,5 mg florürün çocuk tarafından yutulabileceğini ve bu sebeple florürlü diş macunlarının florür alımının önemli bir kaynağı olma potansiyeli taşıdığını savunan görüşler de vardır.^{27,28} Florür miktarı 1450 ppm olan diş macunundan bezelye tanesi büyüklüğünde kullanılan macun yaklaşık olarak 0,36-0,72 mg florür içerir. Çocuklarda, bu diş macununun günde iki kez yutulması, florür seviyesini dental florozis riskinin artmasına neden olacak şekilde artırabilir.⁶ Günlük florür alımı için belirlenen limit doz 0,05-0,07 mg F/kg vücut ağırlığıdır.^{29,30} Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede yürütülen çalışmalar neticesinde günlük florür alımının %20-45'inin diyetle, %55-80'inin ise diş macunları ile gerçekleştiği rapor edilmiş ve diş macunlarının başlıca florür kaynaklarından olduğu bildirilmiştir.^{30,33}

Dental Florozisin Patogenezi

Dental florozis altında yatan mekanizma(lar) net şekilde ortaya koyulmasa da minenin maturasyonu

sırasında mine matris proteinlerinin retansiyonunun, ekstrasellüler transport sistemdeki düzensizliklerin endoplazmik retikulumdaki stres-tepki oluşumunun akti- ve olmasının dişlerde florozisin meydana gelmesinde payı olduğu düşünülmektedir.¹

Dental florozisteki karakteristik opak görüntü tamamlanmamış kristal gelişiminden kaynaklanır. Mineral fazı ile ilgili matris proteinleri, normalde kristallerin gelişimine olanak sağlamak için uzaklaştırılırken florotik minede bu proteinlerin retansiyonu söz konusudur.¹⁷ Normal mine gelişimi esnasında uzaklaştırılan başlıca matris proteinleri amelogeninlerdir.³⁴ Gelişimini tamamlamış florotik minede prolinden zengin bileşenlerin retansiyonu gözlenir.³⁵ Ancak aminoasit içeriğindeki benzerliğe rağmen bu bileşenlerin amelogenin olmadığı gösterilmiştir.³⁶ Ayrıca floroziste prizma periferlerinde görülen tamamlanmamış kristal büyümesinin sorumlusunun tam olarak uzaklaştırılmayan ameloblastinler olduğu da bildirilmiştir.³⁷

Florotik minede florür ve magnezyum konsantrasyonları artarken karbonat konsantrasyonu azalır.³⁸ Mineral oluşumu başladığı anda florür mineral depolanmasını hızlandırarak, dış minedeki apatit kristallerinin morfolojisinde ve boyutunda değişikliklere neden olur.³⁹ Nano-ölçekte kristal yüzey morfolojisi ve maturasyon evresindeki fonksiyonel ameloblast morfolojisi değişir.¹⁷

Elektronegatif bir element olan florun, hem mineral fazlar ile hem de organik makromoleküller ile etkileşime girme potansiyeli vardır.¹⁷ Güçlü iyonik ve hidrojen bağları matris proteinlerinin ve proteolitik enzimlerin bağlanmasına ve dolayısıyla protein bileşenlerin ayrıştırılmasına engel olur.³⁸

Geçiş ve maturasyon evrelerinde proteinlerin büyük kısmını serin proteaz (kalikrein 4) parçalayarak uzaklaştırır.⁴⁰ Florozis görülen dokularda bu enzimin doğrudan inhibisyonundan ziyade proteinlerin mineraller ile artmış etkileşimleri protein retansiyonuna ve proteolizin azalmasına neden olur.⁴¹

Dişlerde görülen florozisin şiddeti, alınan florür miktarı ve florüre maruz kalma süresine göre değişir. Kronik olarak uzun süreli düşük seviyede florüre maruz kalındığında etkilenen mekanizmalar ile akut olarak yüksek seviyede florüre maruz kalındığında etkilenen mekanizmalar birbirinden farklıdır. Kronik olarak florüre maruz kalındığında ameloblastların maturasyon fazı etkilenirken, akut florür toksitesinde etkilenen ameloblastlar geçiş ve erken sekresyon fazındaki ameloblastlardır.^{42,43}

Diş dokularının gelişimi esnasında, diş etkenlerinden en

fazla etkilenen diş dokusu minedir. Minenin, florürün etkisine duyarlılığı, özellikle diş gelişiminin erken maturasyon evresinde artar.⁴⁴ Bu evrede belli bir doku kalınlığına ulaşılmış, ekstraselüler matriks sıvısıyla yer değiştirmiş kristaller gelişmeye başlamıştır.⁴⁵ Bu nedenle, su yoğunluğu ve pöröz yapının arttığı bu gelişim evresinin florüre karşı seçici geçirgenliğinin arttığı söylenebilir.^{45,46}

Mine florozisinin şiddeti alınan florür miktarından ziyade florürün plazma konsantrasyonu ile ilişkilidir.⁶ Plazma florür seviyesi ise total florür alımı, alınış şekli, böbrek fonksiyonu, kemik metabolizması aktivitesi gibi birçok faktöre bağlıdır. Hücre kültüründe yapılan bir çalışmada, florürün plazma konsantrasyonu 265 µM oluncaya kadar odontojenik hücrelerde bir farklılaşma gözlemlenmemiştir; ancak bir başka çalışmada, 3 mM gibi daha yüksek bir plazma konsantrasyonunda bu hücrelerin spesifik hücrelere dönüşmesinde gecikme rapor edilmiştir.^{47,48}

Bu faktörlerin yanı sıra, genetik faktörlerin de dental florozisin şiddetini etkileyebileceği farelerde gösterilmiştir.¹ Amelogenin geni, hücre içi sinyalleri aktive eden RhoGAP geninin içinde yer alır ve florürün plazma konsantrasyonu belli bir değerin üzerine çıktığında, RhoGAP geninin inaktive olduğu ve ameloblastların hücre morfolojisi ve fonksiyonlarında değişiklikler meydana geldiği görülmüştür.⁴⁹

Dental Florozisin Klinik Görünümü

Süt dişleri daimi dişlere kıyasla daha az etkilenir.^{3,50} Bunun muhtemel nedeni hamilelikte alınan fazla florürün, plasenta bariyeri nedeniyle fetüse daha az oranda ulaşmasıdır.⁵⁰ Yapılan birçok çalışma, süt dişlerinde görülen florozisin post-natal dönemde maruz kalınmış olan aşırı florürden kaynaklandığını ve daha çok süt molar dişleri etkilediğini göstermiştir.⁵¹ Prenatal dönemde anneye verilen florürün süt dişleri üzerinde çürük önleyici etkisinin olup olmadığına dair kesin veriler olmamasına rağmen bu dönemde anneye florür uygulaması önerilmemektedir.³²

Yüzey tabakanın altındaki hipomineralizasyon nedeniyle oluşan pörözite minenin opak görüntüsünün artmasına ve translusentliğinin azalmasına neden olur.⁵² Renklenmeler çizgi ya da nokta şeklinde horizontal olarak sıralanmıştır ve lezyonlar hiçbir zaman vertikal olarak görülmez. Lezyonun lokalizasyonuna bakılarak hangi dönemde florüre maruz kaldığı tespit edilebilir. Örneğin, hamileliğin 5-6. ayında plasenta yoluyla fetüs florüre maruz kaldıysa lezyonun lokalizasyonu insizal kenarda ya da tüberkül tepelerinde 'karla kaplanmış' görünümlü beyaz opak alanlar olacaktır.³ Yeni sürmekte olan dişlerde görülen ilk be-

lirti, diş yüzeyinde çok sayıda ince beyaz yatay çizgiler şeklindeki renk değişimidir. Bu ince çizgiler Striae Retzius olarak bilinen minedeki inkremental çizgilere karşılık gelen perikimatiler boyunca uzanır.⁶ Maruz kalınan florür seviyesi arttıkça bu beyaz çizgilerin kalınlığı ve belirginliği artar ve etkilenen dişte yama görünümünde kalın opak bir bant görüntüsü ortaya çıkabilir. Florür seviyesi ve maruz kalma süresi arttıkça minenin daha derin tabakaları da etkilenir. Çok şiddetli vakalarda, sürmekte olan dişlerin yüzeyinde çukurcuklar gözlemlenebilir ve sürmeyi takip eden dönemde bu yüzeylerde kırılmalar meydana gelebilir (Şekil 2).⁴⁵ Şiddetli florozis görülen dişlerin mine içeriği sağlam mine ile karşılaştırıldığında daha az mineral ve daha çok protein içerdiği görülmüştür. Hafif şiddette florozis görülen dişlerin mine yüzeyi çürüğe karşı dirençli iken şiddetli florozis görülen dişler yüzey pürüzlülüğü ve koruyucu dış tabakanın kaybına bağlı olarak çürüğe daha yatkındır (Şekil 3).⁶

Dental Florozisin Sınıflandırılması

İlk olarak 1942 yılında H.T. Dean'ın mine florozisini tanımlamak için altı kategoriden oluşan bir indeks ge-



Şekil 2. Mine dokusu kaybı sebebiyle aşırı derecede renklenmiş şiddetli dental florozis (TFI=8)



Şekil 3. Şekil 2'deki hastanın oklüzal görüntüsü. Oklüzal ve kesici kenarlarda atrizyon ve ara yüzlerde çürük kavileri izlenmekte

liştirmiştir. Bu sınıflama 'altın standart' olmasına rağmen daha sonra başka sınıflamalar da önerilmiştir. Bu sınıflamalardan günümüzde yaygın olarak kabul edilen ve kullanılan Tylstrup ve Fejerskov Florozis İndeksidir (TFI). Bu sınıflama 10 kategoriden oluşur ve Dean sınıflamasının genişletilmiş versiyonudur (Tablo I).⁶

Dental Florozisin Estetik Rehabilitasyonu

Günümüzde, dental florozis görülen vakalarda tedavi yaklaşımı, hastaların estetik beklentilerini minimal invaziv şekilde karşılamaya yöneliktir.¹⁴ Beyazlatma, mikroabrazyon ve rezin infiltrasyonu florozis vakalarının tedavisinde kullanılan minimal invaziv tedavilerdir.⁶⁹ Ancak, özellikle dikey boyut kaybı olan vakalarda protetik restorasyonlar gibi invaziv tedaviler zorunlu hale gelmektedir.⁶

Şiddetli florozisin tedavisi için mikroabrazyon ile birlikte ev tipi beyazlatmanın kombine kullanılması minimal invaziv bir tedavi yaklaşımı olarak ilk kez Croll ve Segura⁷⁰ tarafından önerilmiştir. Resin infiltrasyon tekniği beyaz nokta lezyonlarının tedavisi için önerilmiş bir tedavi olmasına rağmen, bu teknik ile tedavi edilen florozis vakalarında estetik iyileştirme sağlanabildiği literatürde bildirilmiştir.^{71,72} Hafif ve orta şiddetteki vakaların tedavisinde ev tipi beyazlatmayı takiben rezin infiltrasyon uygulaması, opak ve kahverengi renklenmeler ortadan kaldırılarak renk stabilitesi sağlamayı amaçlayan bir diğer tedavi seçeneği olabilir.⁷³ Ancak Torres ve Borges⁷⁴, şiddetli florozis lezyonlarının rezin infiltrasyonu ile maskelenmesinde, her vakada ideal bir renk harmonisi elde

edilemediğini bildirmiştir. Wang ve ark.⁶⁹ ise rezin infiltrasyon tekniğinin, mikro ve mega abrazyon ile birlikte kombine uygulamasını önermişlerdir. Minimal invaziv tedavi seçeneklerinin yanında, kırılma sonucu mine dokusu kaybı olan durumda ise kompozit rezin restorasyonlar yapılabilir. Sonuç olarak her vakanın kendi içinde değerlendirilmesi ve tedavi yaklaşımının belirlenmesi gerekmektedir.

Florürün Sistemik Etkileri

Aşırı florür alımının sistemik etkilerini akut florozis ve kronik florozis olarak ikiye ayırarak incelemek gerekir.

1. Akut Florozis

Muhtemel toksik dozun (5 mg/kg) üzerinde florürün yutulmasıyla ortaya çıkar. Florür tabletlerinin ya da florür jellerinin fazla miktarda alınmasıyla; kusma, diyare, hipersalivasyon, pupillerde dilatasyon ve kas spazmları gibi semptomlar ortaya çıkar. Muhtemel toksik dozun artmasıyla, solunum felci, ventriküler fibrilasyon ve kardiyak arreste bağlı ölümle sonuçlanan vakalar da bildirilmiştir.⁶⁰

2. Kronik Florozis

Kronik florozis, iskelet sistemi başta olmak üzere otonom sinir sistemini, kalp damar sistemini ve hematopoetik sistemi etkiler.⁵³⁻⁵⁶ İskeletsel florozis, hiperkalsifikasyonlara ve osteosklerozlara neden olarak nörolojik ve fonksiyonel defektlerin oluşmasına neden olabilir.^{56,57} Yapılan birçok epidemiyolojik çalışmaya göre, hafif şiddetteki klinik semptomların görülebile-

Tablo I. Thystrup ve Fejerskov İndeksi için klinik kriterler ve skora.⁶

Skor	Kriter
0	Hava ile kurutmadan sonra minenin translusentliği normal
1	Perikimatiler boyunca uzanan ince beyaz çizgiler
2	Düz yüzeyler: Perikimatileri takip eden daha belirgin çizgi şeklinde opasiteler Oklüzal yüzeyler: <2 mm dağınık opasite alanları ve tüberkül tepelerinde belirgin opasite
3	Düz yüzeyler: Düzensiz yama görünümü opasite alanları ve opasiteler arasında belirgin çizgi şeklinde görülen perikimatiler Oklüzal yüzeyler: Birleşen belirgin opasite alanları ve neredeyse normal görünümü aşınmış yüzeyler etrafında opak bir mine çerçevesi.
4	Düz yüzeyler: Tüm yüzeyde belirgin opasite ya da tebeşirimsi görüntü ve atrizyona maruz kalmış bölgelerde daha az etkilenmiş görünüm. Oklüzal yüzeyler: Tüm yüzeyde belirgin opasite ve genellikle diş sürdükten kısa bir süre sonra görülen belirgin atrizyon
5	Düz ve oklüzal yüzeyler: Tüm yüzeyde belirgin opasiteyle birlikte <2 mm bölgesel mine kayıpları (pitler)
6	Düz yüzeyler: <2mm vertikal genişlikte horozantal bantlarda düzenli yerleşimli pitler Oklüzal yüzeyler: <3 mm genişliğinde mine kaybı görülen birleşen alanlar ve belirgin atrizyon
7	Düz yüzeyler: Tüm yüzeyin <1/2' sini içeren düzensiz mine kaybı Oklüzal yüzeyler: Belirgin atrizyon ve pitlerin birleşmesine bağlı morfolojide değişiklik
8	Düz ve oklüzal yüzeyler: Yüzeyin >1/2'sini içeren mine kaybı
9	Düz ve oklüzal yüzeyler: Minenin büyük bir kısmının kaybıyla beraber anatomik görüntüde değişiklik ve servikalde genellikle gözlenen etkilenmemiş mine halkası

si için 10 yıl boyunca günde en az 10 mg florürün alınmış olması gereklidir. Kronik florozis Rickets'e ve hematopoetik sistemi etkilenmesiyle de anemiye neden olabilir.^{56,58} Ayrıca, kronik florozisin çocukların öğrenme becerilerini ve IQ'larını olumsuz yönde etkileyebileceği birçok yayında bildirilmiştir.^{3,57-59}

Florozis araştırılırken, yalnızca içme suyunun florür oranının değerlendirilmesinden ziyade üredek florür (Normal:0,1-1,0 mg/l) oranının da araştırılması gereklidir.³ Dental florozis görülen çocuklarda primer hipotiroidizm ya da tirotoksikoz görülme olasılığı olduğu için tiroid hormon değerleri (FT4, FT3 ve TSH) kontrol edilmelidir. Kronik florozis görülen çocuklarda görülen belirtiler iyot eksikliğinde (Iodine Deficiency Disorder) görülen klinik belirtilere (kretinizm, parantez bacaklar ve mental retardasyon) çok benzer. İyot eksikliğini florür zehirlenmesinin de tetikleyebileceği belirtilmiştir.³

Dişlerde Florozis Görülme Riskinin Belirlenmesi ve Florür Alımının Kontrolü

Kaynakların çokluğuna bağlı olarak total florür alımının belirlenmesi kolay olmayabilir.⁶¹ Tahmini florür alımını hesaplamak amacıyla anketlerin kullanılması uygulanan yöntemlerden biridir. Alınan florür miktarının hesaplanmasının zorluğunun yanı sıra, amelogenezis üzerine etkili olan absorbe edildikten sonra biyolojik olarak kullanılabilen florür miktarının

hesaplanması daha geçerli olacaktır. Bu nedenle dolayındaki florür ile ilgili biomarkerların kullanılması gündeme gelmiştir.¹⁰ Plazma ve tükürük flor maruziyetinin biomarkerları olarak kullanılmıştır ancak bunlar yalnızca eş zamanlı maruz kalınmış florür miktarını yansıtabilir.⁶² Bir başka yöntem olarak önerilen tırnaktan florür konsantrasyonunun analizi belli bir zaman dilimi boyunca etkili olmuş plazma florür konsantrasyonunu gösterebilir.^{63,64} Biomarker olarak tırnak kullanımının diğer avantajları arasında elde edilmesinin kolay oluşu ve uzun süre bozulmadan saklanabilmesi sayılabilir.⁶⁴ Yapılan bir çalışmada, 2-7 yaşları arasındaki çocukların tırnaklarındaki florür konsantrasyonlarına bakılarak, daimi dişlerinde dental florozis gelişme riski %80 oranında belirlenmiştir.¹⁰

Florürlü bileşikler çürük profilaksisindeki olumlu etkilerine rağmen, kritik bir değerin üzerinde alındığında dişsel florozise neden olur.⁶⁵ Okul öncesi çocuklarda diş macunlarının yutulmasıyla alınacak florür miktarını azaltmak amacıyla düşük florür içeren diş macunu (500 ppm) kullanılması süt dentisyonunda çürüklerin artmasına neden olmuş ve yüksek florür içeren diş macunları (1000-1500 ppm) ile karşılaştırıldığında florozis riskini azaltmadığı görülmüştür.⁶⁶ Bu nedenle az miktarda standart diş macunuyla ebeveyn kontrolü altında ve yemeklerden sonra fırçalama yapılması tavsiye edilmektedir.^{67,68}

Kaynaklar

1. Everett ET. Fluoride's effects on the formation of teeth and bones, and the influence of genetics. *J Dent Res.* 2011;90:552-60.
2. http://www.nal.usda.gov/fnic/DRI/DRI_Calcium/288-313.pdf (erişim tarihi: Ocak 2014)
3. Susheela AK. Dental fluorosis and its extended effects. *Indian J Pediatr.* 2013;80:715-7.
4. Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: Role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27:31-40.
5. Buzalaf MA, Pessan JP, Honorio HM, ten Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monogr Oral Sci.* 2011;22:97-114.
6. DenBesten PK, Li W. Chronic fluoride toxicity: Dental fluorosis. *Monogr Oral Sci.* 2011;22:81-96.
7. Meyer-Lueckel H, Grundmann E, Stang A. Effects of fluoride tablets on caries and fluorosis occurrence among 6-to-9 year olds using fluoridated salt. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2010;38:315-23.
8. Mc Donagh MS, Whitting PF, Wilson PM, Sutton AJ, Chestnutt I, Cooper J, Misso K, Bradley M, Treasure E, Kleijnen J. Systemic review of water fluoridation. *BMJ.* 2000;321:855-9.
9. Whelton HP, Ketley CE, McSweeney F, O'Mullane DM. A review of fluorosis in the European Union: Prevalence, risk factors and aesthetic issues. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2004;32 Suppl 1:9-18.
10. Buzalaf MA, Massaro CS, Rodrigues MH, Fukushima R, Pessan JP, Whitford GM, Sampaio FC. Validation of fingernail fluoride concentration as a predictor of risk for dental fluorosis. *Caries Res.* 2012;46:394-400.
11. Küçükşenmen Ç, Sönmez H. Diş hekimliğinde florun, insan vücudu ve dişler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. *SDÜ Tıp Fak Derg.* 2008;15:43-53.
12. Marthaler TM, Petersen PE. Salt fluoridation— an alternative in automatic prevention of dental caries. *Int Dent J.* 2005;55:351-8.
13. Riordan PJ. Fluoride supplements for young children: An analysis of the literature focusing on benefits and risks. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1999;27:72-83.
14. Ardu S, Stavridakis M, Krejci I. A minimally invasive treatment of severe dental fluorosis. *Quintessence Int.* 2007;38:455-8.
15. World Health Organization and UNICEF. *Water for Life: Making It Happen.* Geneva: WHO Press; 2005. p.17.
16. Bronckers AL, Lyaruu DM, DenBesten PK. The impact of fluoride on ameloblasts and the mechanism of enamel fluorosis. *J Dent Res.* 2009;88:877-93.
17. Robinson C, Connell S, Kirkham J, Brookers SJ, Shore RC, Smith AM. The effect of fluoride on the developing tooth. *Caries Res.* 2004;38:268-76.
18. Lenon MA. One in a million: The first community trial of water fluoridation. *Bull World Health Organ.* 2006;84:759-60.
19. Fejerskov O, Thylstrup A, Larsen MJ. Clinical and structural features and possible pathogenic mechanism of dental fluorosis. *Scand J Dent Res.* 1977;85:510-34.
20. Garcia-Perez A, Irigoyen-Camacho ME, Borges-Yanez A. Fluorosis and dental caries in Mexican schoolchildren residing in areas with different water fluoride concentrations and receiving fluoridated salt. *Caries Res.* 2013;47:299-308.
21. Kürkçüoğlu I, Karakılıç V, Kürkçüoğlu ME. Isparta ilinde yüksek florlu su kaynaklarını kullanan iki bölgede atmosferik radon düzeylerinin incelenmesi. *SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2010;1:49-61.
22. Ulusu T. Türkiye'nin su fluor haritası. T.C. Sağlık Bakanlığı, Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Genel Müdürlüğü. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı; 2003. s.3-442.
23. Dean HT, Arnold FA, Evolve E. Domestic water and dental caries. V. additional studies of the relation of fluoride of domestic water to dental caries experience in 4425 white children aged 12 to 14 years of 13 cities in 4 states. *Public Health Rep.* 1942;57:1155-79.
24. World Health Organization: Fluorides and Oral Health. Report of a WHO Expert Committee on Oral Health Status and Fluoride Use. WHO Technical Report Series 846. Geneva: WHO Press; 1994. p.1-33.

25. Fluoridation Facts. ADA Statement Commemorating the 60th Anniversary of Community Water Fluoridation. Illinois: American Dental Association; 2005. p.6-9.
26. Mellberg JR. Fluoride dentifrices: Current status and prospects. *Int Dent J.* 1991;41:9-16.
27. Rock WP, Sabieha AM. The relationship between reported toothpaste usage in infancy and fluorosis of permanent incisors. *Br Dent J.* 1997;183:165-70.
28. Stookey GK. Review of fluorosis risk of self-applied topical fluorides: Dentifrices, mouthrinses and gels. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1994;22:181-6.
29. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride. Institute of Medicine. Washington: National Academics Press; 2001. p.288-313.
30. de Almeida BS, da Silva Cardoso VE, Buzalaf MA. Fluoride ingestion from toothpaste and diet in 1- to 3-year-old Brazilian children. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2007;35:53-63.
31. Burt BA. The changing patterns of systemic fluoride intake. *J Dent Res.* 1992;71:1228-37.
32. Chowdhury NG, Brown RH, Shepherd MG. Fluoride intake of infants in New Zealand. *J Dent Res.* 1990;69:1828-33.
33. Paiva SM, Lima YB, Cury JA. Fluoride intake by Brazilian children from two communities with fluoridated water. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003;31:184-91.
34. Robinson C, Brookes SJ, Shore RC, Kirkham J. The developing enamel matrix: Nature and function. *Eur J Oral Sci.* 1998;106 Suppl 1:282-91.
35. Wright JT, Chen SC, Hall KI, Yamauchi M, Bawden JW. Protein characterization of fluorosed human enamel. *J Dent Res.* 1996;75:1936-41.
36. DenBesten PK, Heffernan LM. Enamel proteases in secretory and maturation enamel of rats ingesting 0 and 100 ppm fluoride in drinking water. *Adv Dent Res.* 1989;3:199-202.
37. Uchida T, Murakami C, Dohi N, Wakida K, Satoda T, Takahashi O. Synthesis, secretion, degradation and fate of ameloblastin during the matrix formation stage of the rat incisor as shown by immunocytochemistry and immunochemistry using region-specific antibodies. *J Histochem Cytochem.* 1997;45:1329-40.
38. Lyaruu DM, Medina JF, Sarvide S, Bervoets TJ, Everts V, DenBesten PK, Smith CE, Bronckers AL. Barrier formation: Potential molecular mechanism of enamel fluorosis. *J Dent Res.* 2014;93:96-102.
39. Yanagisawa T, Takuma S, Tohda H, Fejerskov O, Fearnhead RW. High resolution electron microscopy of enamel crystals in cases of human dental fluorosis. *J Electron Microsc.* 1989;38:441-8.
40. Simmer JP, Hu JC. Expression, structure, and function of enamel proteinases. *Connect Tissue Res.* 2002;43:441-9.
41. Robinson J, Kirkham J. The effect of fluoride on the developing mineralized tissues. *J Dent Res.* 1990;69:685-91.
42. Lyaruu DM, Bervoets TJ, Bronckers AL. Short exposure to high levels of fluoride induces stage-dependent structural changes in ameloblasts and enamel mineralization. *Eur J Oral Sci.* 2006;114 Suppl 1:111-5.
43. DenBesten PK, Thariani H. Biological mechanisms of fluorosis and level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to fluorosis. *J Dent Res.* 1992;71:1238-43.
44. DenBesten PK. Mechanism and timing of fluoride effects on developing enamel. *J Public Health Dent.* 1999;59:247-51.
45. Weatherell JA, Deutsch D, Robinson C, Hallsworth AS. Assimilation of fluoride by enamel throughout the life of the tooth. *Caries Res.* 1977;11 Suppl 1:85-115.
46. Hiller CR, Robinson C, Weatherell JA. Variations in the composition of developing rat incisor enamel. *Calcif Tissue Res.* 1975;18:1-12.
47. Bronckers AL, Wöltgens JH. Short-term effects of fluoride on biosynthesis of enamel-matrix proteins and dentine collagens and on mineralization during hamster tooth-germ development in organ culture. *Arch Oral Biol.* 1985;30:181-91.
48. Kerley MA, Kollar EJ. Regeneration of tooth development in vitro following sodium fluoride treatment. *Am J Anat.* 1977;149:181-95.
49. DenBesten PK. Effects of fluoride on protein secretion and removal during enamel development in the rat. *J Dent Res.* 1986;65:1272-7.
50. Gedalia I, Shapira L. Effect of prenatal and postnatal fluoride on the human deciduous

- dentition. A literature review. *Adv Dent Res.* 1989;3:168-76.
51. Warren JJ, Kanellis MJ, Levy SM. Fluorosis of the primary dentition: What does it mean for permanent teeth? *J Am Dent Assoc.* 1999;130:347-56.
52. Fejerskov O, Manji F, Baleum V. The nature and mechanism of dental fluorosis in man. *J Dent Res.* 1990;69 Spec No:692-700.
53. Adali MK, Varol E, Aksoy F, Icli A, Ersoy IH, Ozaydin M, Erdogan D, Dogan A. Impaired heart rate recovery in patients with endemic fluorosis. *Biol Trace Elem Res.* 2013;152:310-5.
54. Varol E, Akcay S, Ersoy IH, Ozaydin M, Koroglu BK, Varol S. Aortic elasticity is impaired in patients with endemic fluorosis. *Biol Trace Elem Res.* 2010;133:121-7.
55. Ersoy IH, Alanoglu EG, Koroglu BK, Varol S, Akcay S, Ugan Y, Ersoy S, Tamer MN. Effect of endemic fluorosis on hematological parameters. *Biol Trace Elem Res.* 2010;138:22-7.
56. Atmaca N, Atmaca HT, Kanici A, Antepioglu T. Protective effect of resveratrol on sodium fluoride-induced oxidative stress, hepatotoxicity and neurotoxicity in rats. *Food Chem Toxicol.* 2014;70:191-7.
57. Choi AL, Sun G, Zhang Y, Grandjean P. Developmental fluoride neurotoxicity: A systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 2012;120:1362-8.
58. Avcı B, Baysal SU, Gökçay G. Çocuklarda flor kullanımının yarar ve zararlarının değerlendirilmesi. *Çocuk Dergisi.* 2009;9:8-15.
59. Reddy DR. Neurology of endemic skeletal fluorosis. *Neurol India.* 2009;57:7-12.
60. Whitford GM. The physiological and toxicological characteristics of fluoride. *J Dent Res.* 1990;69 Spec No: 539-49.
61. Mascarenhas AK. Risk factors for dental fluorosis: A review of the recent literature. *Pediatr Dent.* 2000;22:269-77.
62. Rugg-Gun AJ, Villa AE, Buzalaf MR. Contemporary biological markers of exposure to fluoride. *Monogr Oral Sci.* 2011;22:37-51.
63. McDonnell ST, O'Mullane D, Cronin M, MacCormack C, Kirk J. Relevant factors when considering fingernail clippings as fluoride biomarker. *Community Dent Health.* 2004;21:19-24.
64. Pessan JP, Buzalaf MR. Historical and recent biological markers of exposure to fluoride. *Monogr Oral Sci.* 2011;22:52-65.
65. Çelik EU, Çelik B, Önal S, Örmeci A, Ulutaş H. Isparta ilindeki 11-12 yaşındaki çocukların diş çürüğü ve florozis prevalansının değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2010;20:170-5.
66. Santos AP, Oliveira BH, Nadanovsky P. Effects of low and standart fluoride toothpastes on caries and fluorosis: Systematic review and meta-analysis. *Caries Res.* 2013;47:382-90.
67. Ellwood RP, Curry JA. How much toothpaste should a child under the age of 6 years use? *Eur Arch Pediatr Dent.* 2009;10:168-74.
68. Cury JA, Del Fiol FS, Tenuta LM, Rosalen PL. Low-fluoride dentifrice and gastrointestinal fluoride absorption after meals. *J Dent Res.* 2005;84:1133-7.
69. Wang Y, Sa Y, Liang S, Jiang T. Minimally invasive treatment for esthetic management of severe dental fluorosis: A case report. *Oper Dent.* 2013;38:358-62.
70. Croll TP, Segura A. Tooth color improvement for children and teens: Enamel microabrasion and dental bleaching. *ASDC J Dent Child.* 1996;63:17-22.
71. Tirlet G, Chabouis HF, Attal JP. Infiltration, a new therapy for masking enamel white spots: A 19-month follow-up case series. *Eur J Esthet Dent.* 2013;8:180-90.
72. Munoz MA, Arana-Gordillo LA, Gomes GM, Gomes OM, Bombarda NH, Reis A, Loguercio AD. Alternative esthetic management of fluorosis and hypoplasia stains: Blending effect obtained with resin infiltration techniques. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25:32-9.
73. Auschill TM, Schmidt KE, Arweiler NB. Resin infiltration for aesthetic improvement of mild to moderate fluorosis: A six-month follow-up case report. *Oral Health Prev Dent.* 2015;13:317-22.
74. Torres CR, Borges AB. Color masking of developmental enamel defects: A case series. *Oper Dent.* 2015;40:25-33.

Yazışma Adresi:

Dr. Burcu Gözetici
İstanbul Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD
Unkapanı, Atatürk Bulvarı, No: 27 34083 Fatih/İSTANBUL
Tel: 0212 453 4954 • e-posta: bgozetici@medipol.edu.tr

