

## **Mine Çürüğünün Başlangıç Döneminde Kristallit Özelliklerinin Elektronmikroskopu İle İncelenmesi**

KORAY, F. (\*)

### **GİRİŞ**

Yüzyılımızın ikinci yarısı ile birlikte sonsuz büyütelme olanağına sahip elektronmikroskopu ve kontakt mikroradyografi yöntemleri dişhekımlığı dalında da geniş kullanım alanları bulmuş ve dişhekımlığı araştırmacıları özellikle üzerinde yıllarca tartışılan bir konuyu, dişerin nasıl çürüdükleri konusunun bu yeni teknik olanaklardan yararlanarak sistemli bir şekilde incelemeye koyulmuşlardır. Günümüzde mine çürüğünün bir demineralizasyon olayı ile başladığı, olayın temelinde bir apatit kristal yıkımı olduğu çağdaş araştırmacıların tümü tarafından benimsenmiştir. Ancak; bu kristal yıkımın minenin hangi bölgesinde ilk olarak ortaya çıktığı konusunda görüşbirliğine varılamamıştır. Birçok araştırmacı minede kristal yıkımının ilk olarak interprizmatik alanda (4, 8, 11, 20, 30, 31, 46, 47, 50, 51) başladığını bildirirken, bazı incelemeler ise kristal yapıda ilk bozuklukların prizma içinde olduğunu göstermektedir (7, 27, 43, 49, 54). Kristal yıkımın bölgesel bir

(\*) Doç. Dr. İstanbul Üniversitesi Dişhekımlığı Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Konservatif Diş Tedavisi Birimi Öğretim Üyesi.

ayırım olmaksızın interprizmatik alan, prizma kılıfı ve prizma içinde aynı zamanda başladığını savunan araştırmacılar da vardır (2, 17, 23, 42).

Yukarıda belirtilen literatür verilerinin birbiriyle uyumlu olmaması, bizi elimizdeki başlangıç halindeki mine çürüğü materyalini değerlendirmeye; aynı sorunu kişisel olarak ele alıp, biyolojik bir aktivite ile oluşan; ancak gelişiminden sonra yapısı içinde yalnızca fiziko-kimyasal olaylar izlenebilen mine dokusundaki değişiklikleri inceleyip, bulgularımızı yorumlamaya yöneltti.

## **MATERYAL VE METOD**

Araştırmamızda Fakültemiz Diş Hastalıkları ve Tedavisi Polikliniğine başvuran ve yaşları 20-40 arasında olan bireylerden malpozisyon nedeniyle çekilen 3 adet akıl dışı kullanıldı ve üzerlerinde mine saydamlığı bozulmuş ancak doku devamlılığı bozulmamış çürük başlangıcı bölgelerinde incelemeler yapıldı. Dişler önce metakrilat içine gömülüp kesitler alındı ve kesitler arasından yukarıda belirtilen özellikleri taşıyan çürük başlangıcı bölgeleri içerenler ayrılıp, tekrar jelatin kapsül içinde metakrilat ile bloklandı. Çürük başlangıcı, lezyonları tepeye gelecek şekilde piramidal sivrilmeler yapıp, ultramikrotomla ultra ince kesitler alındı ve transmisyon elektron mikroskopunda incelendi.

Araştırmamızın elektronmikroskopisine hazırlık ve elektronmikroskopisi Berlin Özgür Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Klinik-Teorik Diş-Ağız ve Çene Hastalıkları bölümü, Mikromorfoloji dalı laboratuvarlarında (Abteilung für Mikromorphologie vom Institut für Klinisch-Theoretische Zahn-Mund-und Kieferkrankheiten (WE5) vom Fachbereich Zahn-,Mund-und Kieferheilkunde (FB7) der Frein Universität, Berlin) yapıldı.

## **BÜLGULAR**

Prizma uzun aksına paralel kesitlerin ufak büyültmelerinde, bazı prizmaların arasında genişlemiş bölgeler, her prizmada aynı şiddette olmıyan kristallit yoğunluğunda azalmalar ve yer yer interkristallin geniş boşluklar görülmektedir (Resim 1, 2).

Kristallitlerdeki boyut değişimleri, parçalanmalar, yapı bozulmaları ve interkristallin aralıkların boyutlarındaki büyüme farklı şiddettedir (Resim 3, 4, 5).

Kristallitlerde yapı bozuklukları; kristalin boyutlarında ufalmalar ve boyut oranlarında değişmeler, kristallit uzun aksına dikey bir ya da birkaç kez kırılmalar ve C-aksında boşalma (kristalin iğne deliğine benzemesi) şeklinde görölmektedir (Resim 3, 4, 5).

Ayrıca transparan ve lameller şeklinde, biçim ve büyüklükleri çok farklı olan tek tek ya da agregatlar oluşturan kristallitler de vardır (Resim 3, 4, 5, 6).

Interkristallin alanların genişlikleri çok farklı olup, bu alanlar elektrondansitesi az, homogen bir madde ile doludurlar (Resim 3, 4, 5).

Kristallit yoğunluğunun fazla olduğu, interkristallin aralıkların açık- görülemediği prizmalarda, kristallerdeki bozulma, C-aksının boşalması türündendir. İnterkristallin alanların genişlediği prizmalarda ise kristallitlerin boyutlarında ufalma, boyut oranlarında değişmeler, kristallit kırılmaları şeklinde kristallit yapı bozuklukları, çeşitli biçim ve büyüklükte transparan lameller kristallitler tabloya egemendirler (Resim 3, 4, 5).

Prizmalar arası alanları da, interkristallin alanları dolduran, homogen ve elektrondansitesi az olan madde doldurmaktadır. İnterprizmatik aralıkta ve prizmaların bu aralığa komşu periferisinde yer yer elektron dansitesi yüksek, büyük boyutlu kristaller de görölmektedir (Resim 3, 4, 5).

Ayrıca yer yer ufak boyutlu kristallitlerin düzensiz çökelleme- riyle interkristallin aralıkların dolduğu da izlenilmektedir (Resim 2).

## TARTIŞMA

Araştırmamızda inorganik komponenti oluşturan kristallitlerde sayıca azalma ve çeşitli türde yapısal bozukluklar (Resim 1, 2, 3, 4, 5) saptandığı için biz de «mine çürüğü inorganik yapının yıkımı ile başlar» görüşünü (2, 3, 5, 20, 21, 23, 32, 54) bulgularımızla desteklemekteyiz. Ancak; kristallit çözünmelerinin başlamasında minenin intraprizmatik ya da interprizmatik alanlar gibi bölgesel özelliklerin önemli rol oynamadığı kanısındayız. Birçok araştırmacı mikromorfolojik bulgularıyla, ilk çözünmenin interprizmatik alanda başladığını kanıtlayabilirken (4, 6, 8, 11, 20, 30, 31, 46, 47, 50, 51), birçok araştırmacı da ilk çözünmenin intraprizmatik alanda başladığını, gene aynı hassas yöntemlerle ortaya koyabilmişlerdir (7, 27, 43, 49, 54). Hatta LENZ (20) 1956 yılında savunduğu, çözünmenin interprizmatik alandan başladığını görüşünü; daha ileriki yıllarda yaptığı geniş kapsamlı bir



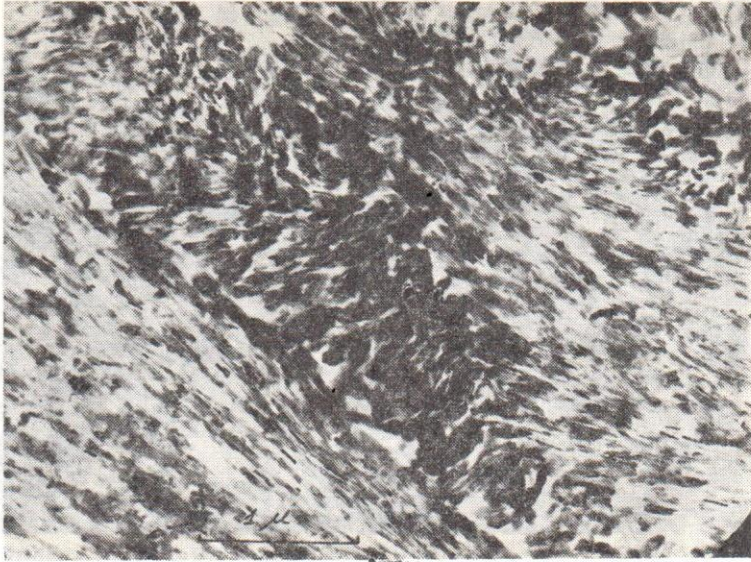
Resim 1 — Mine dokusunda çürük başlangıcı. Kesit prizmaların çoğunda prizma uzun aksına paralel, bazılarında ise eğimli ya da dikey gelmiştir. Prizmalarda kristallit yoğunluğu farklıdır. Kristallit yoğunluğu kesit planı uzun aksa paralel prizmalarda en az olup, bu prizmalarda geniş interkristallin aralıklar görülmektedir. Prizmaların periferisinde elektron dansiteleri fazla, büyük boyutlu tek tek kristaller izlenilmektedir. Prizmaların arasında belirgin bir aralık bulunmaktadır. Gerek genişlemiş interkristallin aralıkları, gerekse genişlemiş interprizmatik aralıkları homagen ve hafif elektrondansite gösteren bir madde doldurmaktadır.



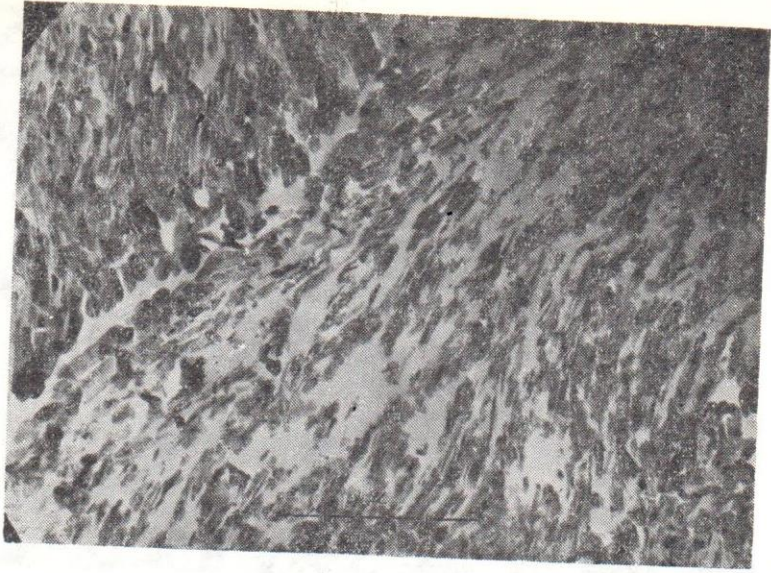
**Resim 2 — Mine çürüğünün başlangıç döneminde iki komşu prizma. Her iki prizma arasında genişlemiş interprizmatik bölge ve prizmaların bu bölgeye komşu periferilerinde büyük boyutlu, şekil olarak düzensiz, elektrondansitesi yüksek kristaller bulunmaktadır. Prizmaların içinde dağılmış şekilde çeşitli boyut ve biçimlerde, transparan, lameller, kristallitler, ince iğne şeklinde ve daha başka biçimlerde elektrondansitesi yüksek küçük kristallitler ve kristallit parçacıkları görülmektedir. İnterkristalin boşluklarını nboyutları farklıdır. Genişlemiş interprizmatik alanı ve interkristalin alanları elektrondansitesi homogen olan bir madde doldurmaktadır.**



Resim 3 — Başlangıç halindeki mine çürüğünde enine prizmaları ve kristallitler. Belirgin bir interprizmatik aralık ve prizmaların periferinde bu aralığa komşu, hatta yer yer bu aralığın içine taşmış büyük boyutlu kristallitler görülmektedir (→). Kristallit uzun aksları kesit planına paralel olan prizmalarda, kristallitlerin boyutlarında ufalmalar, parçalanmalar, çeşitli boyutlarda ve biçimde transparan lameller kristallitlerin bulunuşunu, bunların agregatlar oluşturmaları ve genişlemiş interkristalin alanların dağılımı benzerlik göstermektedir. Yer yer interkristalin aralıkları, transparan ufak boyutlu lameller kristallitlerin agregatlar oluşturarak doldurduğu izlenilmektedir. Interprizmatik aralıkta tek tük transparan, çeşitli büyüklükte lameller kristallitler de saptanmaktadır. Genişlemiş interkristalin alanları ve interprizmatik alanların elektrondansitesi az, homogen bir madde doldurmaktadır. Kristallit uzun aksları kesit planına eğimli gelen prizmada, çözünme belirgin olmayıp, genişlemiş interkristalin alanlar bulunmamakta ve buradaki kristallitlerde tek tük C-aksında boşalma belirtileri görülmektedir.



Resim 4 — Başlangıç halindeki mine çürüğünde prizmalar ve kristallitler. Kristallitlerinin uzun aksları birbirlerine paralel olan, iki prizmada aynı şiddette ve benzer özelliklerde kristallit yıkımı izlenilmektedir. İnce iğne şeklinde elektron dansitesi fazla kristallitlerde boy kısaltmaları, kırılmalar görülmektedir. Çok geniş interkristalin aralıklar ve transparan, çeşitli biçim ve büyüklükte lameller kristallitler bulunmaktadır. Bu kristallitler tek olabildikleri gibi agregatlarda oluşturmuşlardır. Kristallitlerde biçim, boyut ve saydam olma özellikleri çeşitlidir. Bu prizmaların kristallitlerinin uzun akslarına, uzun aksları açılı gelen kristallitlerin oluşturduğu prizmada, yıkım farklı görünümündedir. İnterkristalin aralıklarda genişleme belirgin olmayıp, kristallitlerin boyuları kısalmış ve C-aksı boşalmıştır. C-aksı boşalması bazılarında yeni başlamakta bazılarında ise ileri boyutlara ulaşmış ve kristal parçalanmaktadır. Bu kristallitlerin yanı sıra diğer prizmalara oranla daha az olmakla beraber çoğunluğu agregatlar oluşturmuş çeşitli boyut ve biçimde transparan yaprakcık şeklinde kristallinlerde bulunmaktadır. Tüm prizmaların periferisinde elektron dansitesi yüksek büyük boyutlarda çeşitli biçimlerde kristallitler vardır. Bunların bazılarında da C-aksı boşalması başlamaktadır.



Resim 5 — Başlangıç halindeki mine cürüğünde iki mine prizması. Prizmaları oluşturan kristallitlerin uzun aksları açılı yönelmiş olup iki prizma arasında belirgin bir interprizmatik alan vardır. Bu interprizmatik alana komşu prizma periferisinde elektrondansitesi yüksek büyük boyutlu kristallitler görülmektedir. Prizmalardan birinde kristallit çözünmesi diğerine oranla çok daha ileri derecededir. Boyutları ufalmış ince iğne şeklinde elektrondansitesi yüksek kristallitler, tek tek ya da agregotlar oluşturmuş uzun akslarına dikey kırılmalar gösteren çeşitli boyut ve biçimde transparan lameller kristallitler, tek tük amorf presipitasyona benzer görünümde ufak boyutlu bölgeler ve bunların aralarında farklı boyutlarda genişlemiş interkristallin alanlar vardır. Diğer prizmada kristallitlerin uzun aksları kesit planına farklı açıyla yönelmiş olup, çözünme belirtisi alt düzeydedir. Kristallitlerde boyut küçülmeleri en belirgin yapısal bozulma şeklindedir. Genellikle ufak boyutlarda ve çeşitli biçimde hafif transparan lameller kristallitlerde tek tek, çoğunluğu agregotlar oluşturarak bulunmaktadır. Genişlemiş interkristallin aralıklarda presipitasyonlar izlenilmektedir. İnterprizmatik alana komşu prizma periferisindeki elektrondens, büyük boyutlu kristallitlerin birkaçında da orta aks boşalması vardır.



başka araştırmanın (23) ilginç bulgularını saptadıktan sonra, değiştirmiş ve kristallit çözünmelerinin minede interprizmatik ya da intertizmatik bölge ayırımı yapmaksızın başladığını ileri sürmüştür. Bu konuyu SCOTT ve Ark. (45) 1974'de yayınladıkları bir in vitro çalışma ile aydınlatmışlardır. Araştırmacılar; asit etkisinde mine çözünürlüğünü inceliyecekleri mine preparatlarını; mine prizmalarını oluşturan kristallitlerin uzun aksları kesit yüzeyine farklı açılarla gelecek şekilde hazırlamışlar ve her kesitte farklı bölgelerin daha fazla çözündüğünü skenning elektronmikroskopunda göstermişlerdir. Çalışmanın sonunda elde edilen bulgular, asit etkisi altında kalan kristallitlerin çözünme hız ve şiddetini prizmanın bölgesel özelliğinin etkilemediğini, çözünme şiddetinin doğrudan kristallit uzun aksının asit uygulanan yüzeye oluşturduğu açıya bağlı olduğunu ve kristallitlerin uzun aksına dikey kesitli yüzeylere asit uygulandığında, kristallitlerin çözünürlüğünün belirgin şekilde arttığını göstermiştir. Bizim bulgularımızda da; kristallit C-akslarının yönelişleri farklı olan prizmalarda, kristallit bozulmaları ve interkristalin alanların ortaya çıkışı farklı şiddette olmaktadır (Resim 2, 3, 4, 5); diğer bir yorumla kristallit uzun aksları farklı yörlenmiş prizmalarda çürük olayı farklı şiddette ilerlemektedir. SCOTT ve Ark. (45) 1974 yılında belirttikleri gibi asitin etkilediği yüzeye, uzun aksıyla dikey gelen kristallitler en ileri düzeyde yapısal bozukluklar göstermektedir. Prizmaların radyer seyretmeyip, kıvrımlar yaptığı (14, 26, 28, 29, 38, 39, 40, 41) da gözönüne alınırsa her prizma içinde de mine-dentin sınırından yüzeye kadar kristallitlerin uzun akslarında yer yer değişik yönelmeler olacaktır. Buna bağlı olarak tek bir prizma içinde de kristallit yapı bozulmalarının ve genişlemiş interkristalin alanların ortaya çıkışını farklı şiddette olması beklenilmelidir. Bizim kesitlerimizin bazılarında da bir prizma içinde çözünme yoğunluğunda böyle farklılıklar saptanmıştır (Resim 1, 2). Çürüğün tek yönlü olmayıp, üç boyutta genişlemesinde Hunter-Schreager çizgilerinin bulunduğu alanların da önemli olduğu vurgulanmıştır (45).

Birçok yayında ısrarla belirtilen, mine çürüğünün başlangıcında prizmalar arasında genişlemiş bir alanın varlığını ve bu alanı interkristalin alanları dolduran maddenin doldurduğunu (9, 33, 45, 50), bizim bulgularımız doğrulamaktadır. Bulgularımız interprizmatik aralığın genişlemiş görülmesini bilimsel verilerle açıklayacak nitelikte olmadığından; bu konuda kesin bir yorum yapmaktan kaçınmaktayız. Ancak bu genişlemenin; demineralizasyonun başlaması ile önce interprizmatik aralıktaki tüm inorganik elemanların ortadan kalkması olgusu ile açıklanamıyacağını önemle vurgulamak isteriz. Interpriz-

matik aralıkların oluşmasında prizmaların içindeki kristallitlerin çözünmesi ve boyutlarının kısılması sonucunda prizmaların çaplarının ufalmasının da payı olabileceğini düşünmekteyiz. İnterprizmatik aralıklar içinde yeni kristal formasyonlarının izlenilebilmesi (Resim 3, 4), buraları kökeni tükürük olan, bir protein-mukopolisakkarit yapıyla jelin doldurduğu kanısını uyandırmıştır.

Prizmaların arasında kristallit çözünürlüğünün farklı oranda olmasının yanısıra her prizma içinde tek tek kristallitlerin uğradığı yıkım ve değişim olayları da birbirlerinden farklı olabilmektedir. Kristallitleri ilgilendiren bozukluklar içinde kristallitin C-aksında boşalma olayı (Resim 3, 4, 5), birçok yayında kristallit yıkım başlangıcı olarak nitelendirilmektedir (1, 16, 17, 18, 45, 53). Kristallit ağının merkezinde bulunan kristal çekirdeğinin hızlı oluştuğu, bu nedenle dirençsiz olup, asitler tarafından kolayca bozulduğu ve kısa zamanda C-aksında bir boşluk ortaya çıktığı ileri sürülmektedir (45). Buna karşılık kristal ağının periferisinde asit etkisinin ancak uzun sürede yıkım yapabildiği bildirilmektedir (44, 48). Ancak; laboratuvar çalışmalarında çok iyi koşullarda oluşmuş bir apatitin asitler tarafından ortasında bir boşalma olmaksızın, uniform olarak yüzeyden merkeze doğru yıkıldığı da gösterilmiştir (45). Bizim preparatlarımızda C-aksı boşalmasının bazı prizmalarda ve belirli prizma bölgelerinde belirgin şekilde fazla olduğu görülmektedir. Olay kanımızca; prizmanın yaptığı kıvrımlar nedeniyle o bölgenin asitlerden henüz fazla etkilenmediği saviyle, ya da bölgesel olarak kristallitlerin oluşumunda çekirdek kristallizasyonunun hızlı bir tempo ile ve kalitesi düşük düzeyde gerçekleştiği, görüşüyle yorumlanabilir. Kristallizasyonun başlaması sırasında ortam çeşitli eser elementlerin bulunması, pH v.b. birçok faktörün olayı ne denli etkilediği (36) gözönüne alınırsa ikinci şık önem kazanmaktadır. Ancak; böyle kristal yıkımlarının çoğunlukta olduğu prizma ve prizma bölgelerinde interkristallin aralıklar belirgin ölçülerde genişlememiş ve kristallik yoğunluğunun fazla olması da, buralarda asit etkisinin düşük düzeyde olduğunu ve henüz çürük olayından inorganik yapının fazla etkilenmediğini açıkça göstermektedir. Bazı prizmalarda ise kristallit boyutlarında ufalma, kristallitlerde parçalanmalar, hatta uzun aksa dikey, birkaç yerden kırılmalar izlenilmektedir (Resim 5). Bu bulgulara birçok araştırmacının yayınında da rastlanılmaktadır (3, 20, 21, 23, 45). Kristallit boylarındaki kısılmayı; kristallitin uç kısımlarının asitlerden kolayca etkilenebileceğine bağlıyan incelemeler (45) olduğu gibi; genişlemiş interprizmatik alanları dolduran organik maddenin asitleri depoladığı, ve bunların, apatit yüzeyi tarafından adsorbe edildiğinde, yavaş bir tempo ile

kristali yüzeyden merkeze doğru yığılması şeklinde açıklayan araştırmalar (23) da vardır. Kanımızca her iki yorum da geçerlidir.

Bulgularımız arasında, transparan, çeşitli boyut ve biçimlerde lameller tek tek ya da agregatlar oluşturmuş kristallerin yaygın olduğu izlenilmiştir. Bunlar oktakalsiyumfosfat transformasyonu olup (36, 37) sağlıklı minerde az oranda ve yalnızca minenin olgunlaşması dönemlerinde bulunurken (36, 37); başlangıç fazındaki mine çürüğünde fazla sayıda ve yaygın olarak, interkristallin boşluklarda görülmektedirler (12, 13, 34, 35). Oktakalsiyumfosfat kristallerinin interkristallin aralığı dolduran organik yapıllı madde içinde yeni oluşabileceklerini ileri sürenler vardır (37). Mine çürüğünün başlangıcında, özellikle prizma periferisinde interprizmatik aralığa komşu yerleşmiş isodiametrik, elektrondansitesi fazla, büyük boyutlarda kristaller de saptanmıştır. Bu bulgumuz literatür verileriyle (13, 20, 24, 36, 42, 45) karşılaştırıldığında bunların  $\beta$ -trikalsiyumfosfat (Whitlockit) kristalleri olduğu kesinleşmiştir. Bu kristallerin ancak; çürük ya da başka bir nedenle ağız ortamıyla ilişkide olabilen diş sert dokularında ortamda magnesium, demir ve mangenezin bulunduğu durumlarda ortaya çıkabildikleri (19, 36, 37) ve asitlere dirençli oldukları (25, 36, 45) bildirilmiştir. Özellikle kuru çürükte belirgin olarak görülen (52) bu olayı; bir remineralizasyon süreci olarak yorumlamak (37) kanımızca da doğrudur. Whitlockit kristallerinin çürüğe dirençli oldukları görüşünü (21, 23, 25, 45) bunlarda yapı bozukluklarına (Resim 5) çok az rastlamamız nedeniyle, biz de benimsemekteyiz. Bulgularımız arasında; ancak birkaç adet  $\beta$ -trikalsiyumfosfat kristalinde C-aksı boşalmasının başladığı saptanmıştır (Resim 5). Çok az oranda da olsa, yer yer interkristallin boşluklarda amorf presipitasyonlar şeklinde remineralizasyon belirtileri de izlenilmektedir (Resim 5). Çürük başlangıcında böyle olaylara rastlanıldığını başka araştırmacılar da bildirmektedirler (23, 36, 37).

Kristallitlerin yıkımları ile genişlemiş interkristallin boşlukları ve interprizmatik bölgeleri «diş dış zarı» (19) na benzer bir elektrondansite gösteren, homojen bir madde doldurmaktadır (Resim 1, 2, 3, 4, 5). Bu maddenin, tükürük kökenli bir organik madde olduğu kanısına diğer araştırmacılar (10, 15, 22, 23, 32) gibi; bizim tarafımızdan da varılmıştır.

Sonuç olarak; araştırmamızın bulguları mine çürüğünün başlangıç döneminde kristallitlerde belirli bir kurala bağlanamayacak biçimde değişikliklerin olduğunu göstermektedir. Bu kristallit yıkım ve değişikliklerinin, kristallitin çevresindeki interkristallin alanı dolduran

organik maddenin hidrojen iyonlarını depolayabilme özelliklerine, kısaca ortamın asit özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkabileceği düşünülmüştür. Bunun yanısıra her kristalin oluşum hızının, çekirdek oluşum hızı ve kalitesinin, ayrıca kristal yapısına katılmış çeşitli iyonların türlerinin ve oranlarının, aynı zamanda kristal çevresindeki serbest iyonların türlerinin, bu türlerin birbirlerine oranlarının, çeşitli iyon konsantrasyonlarının (özellikle karbonat konsantrasyonlarının (21), kristal yıkımını ve kristal transformasyonlarını etkileyebileceği görüşüne varılmıştır.

## Ö Z E T

Araştırmamızda üç insan dışında mine çürüğü başlangıç lezyonları transmisyon elektronmikroskobu ile incelenmiş ve mikromorfolojik bulgularımız değerlendirilerek çürük olayının gelişimi yorumlanmaya çalışılmıştır.

Çürük olayının başlangıçta inorganik yapıyı etkilediği, minenin kristallitlerinde yapı bozukluklarına neden olduğu gösterilmiştir. Yapı bozuklukları apatit kristallitlerin boyutlarında ufalmalar, kristallit kırılmalar, C-aksı boşalmaları şeklindedir. Ayrıca kristallitlerde çeşitli boyut ve biçimde transparan lameller oktakalsiyumfosfat kristallerine dönüşümlerin de izlenilmektedir. Yeni oluşmuş çürüğe dirençli  $\beta$ -Trikalsiyumfosfat kristallerine (Whitlockit) ve özellikle genişlemiş interprizmatik alanlara komşu prizma periferisinde rastlanılmaktadır. Interprizmatik alanı ve interkristallin alanlarda çeşitli boyutlarda genişlemeler vardır ve burayı tükürük kökenli elektron dansitesi az, homogen, organik bir madde doldurmaktadır.

Kristallit yıkımlarının şiddetli ve interkristallin alanların genişlikleri prizmaların arasında farklılık göstermektedir. Bu fark çürük etkeni olan asitlerle karşılaşan kristallitlerin uzun akslarının etken yüzeyine olan eğimlerine bağlıdır. Her prizma içinde kristallit yıkım şiddeti ve türü de kristallitler arasında farklıdır. Bu fark ise kristallitin oluşum hızına yapısına katılmış çeşitli iyonları tür ve oranlarına kristal çevresindeki organik maddenin asitleri depolama gücüne ve bu ortamdaki serbest iyon tür ve oranlarına bağlıdır. Kristallit yıkımlarının başlangıç döneminde C-aksı boşalmaları görülebilmektedir.

## ZUSAMMENFASSUNG

Initiallesionen der Schmelzkaries wurde elektronen-optisch untersucht und es wurde festgestellt, dass Kariesprozess erst die inorganische Komponente des Schmelzes angreift und im Kristallitengefüge verschiedene Veränderungen verursacht. Diese Kristallitenveränderungen sind Verkürzung der Kristallen in verschiedenen oder in allen Dimensionen, Zerfallen in Bruchstücke, lockartige Auflösung an der C-Achse, Umkristallisationen und Umwandlung zu transparenten, plattenförmigen Oktakalziumphosphat Kristallen, in Form der rhombohedrischen, säure-resistenten, grossen  $\beta$ -Trikalziumphosphat (Whitlockit) wurden auch an den Rand-

partien der Schmelzprismen beobachtet. Interprismatische und interkristalline Räumlichkeiten sind grösser geworden und mit einem elektronenoptisch homogen erscheinenden, organischen Substanz ausgefüllt, der wahrscheinlich aus dem Speichel stammt. Die Auflockerung des Schmelzkristallenverbandes lässt sich in einzelnen Prismen voneinander unterscheiden. Dieser Befund darf auf die Längsachsenorientierung der Kristalle zur Säureangriffsoberfläche zurückgeführt werden. Auch in einem Schmelzprisma wurden verschiedenartige Kristallitveränderungen beobachtet. Wir sind der Meinung, dass Kristallisationsdauer, Teilnahme der verschiedenen Ionen an dem Kristallgefüge, Säureabsorption des organischen Substanzes um die einzelnen Kristalle im aufgelockerten Schmelzgefüge und Konzentrationen der verschiedenen Ionen in diesem Milieu, die Säurelöslichkeit der einzelnen Kristalle bewirken kann.

### L I T E R A T Ü R

- 1— ARENDS, J., JONGEBLOED, W.L. : Dislocation and dissolution in apatites : Theoretical considerations. *Caries Res.*, 11 : 186, 1977.
- 2— AWAZAW, Y. : Electron microscopy of carious dental enamel (with reference to incipient caries). *J. Nihon Univ. School Dent.*, 4:25, 1961.
- 3— AWAZAWA, Y. : Electron microscopy of carious dental enamel (with special regards to development and progress behaviours of caries, additionally with the literature out look of enamel caries in the light of electron microscopy). *J. Nihon Univ. School Dent.*, 5:99, 1962.
- 4— BERNIER, J. L. : The Management of Oral Disease. 2. Baski, Mosby Co., St. Louis, 1959.
- 5— COOLIDGE, T.M., WALLACE, B. J. : The pathways of the early carious process (histologic study). *J. Dent. Res.*, 40:314, 1961.
- 6— DARLING, A. J. : Studies of the early lesion of enamel caries. *Brit. dent. J.*, 105:119, 1958.
- 7— FRANK, R. M., MEYER, A. : Observations préliminaires sur la carie dentaire au microscope électronique. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.*, 65:164, 1955.
- 8— FRANK, R. : Microscopie électronique de la carie à un niveau de la dentine humaine. *Arch. Oral Biol.*, 9:181, 1964.
- 9— FRANK, R. M. : The ultrastructure of caries-resistant teeth. «Ciba Foundation Symposium: Caries resistant Teeth. Ed. : Wolstenhome, G.E.W., O'Conner, M., J.A. Churchill Ltd., London, 1965» içinde.
- 10— GUSTAVSEN, F., SILNESS, J. : Crystal Shape in the Prism Shear region of sound human enamel. *Acta Odont. Scand.* 27: 617, 1969.
- 11— GUZMAN, C., BRUDEVOLD, F., MERGAMEN, B.S. : A soft roentgenray study of early caries lesions. *J. Amer. Dent. Ass.*, 55:509, 1957.
- 12— HELMCKE, J. G., NEUBAUER, G., RAU, R. : Schmelzstrukturen und Kariesprozess. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, 21:1070, 1966.

- 13— HELMCKE, J. G., NEUBAUER, G., NEWSELY, H., Rau, R. : Elektronenmikroskopische und kristallchemische Untersuchungen in der Zone des Übergangs von intaktem Schmelz zu Initial Karies. Dtsch. zahnaerztl. Z., 22:1419, 1967.
- 14— HELMCKE, J. G. : Ultrastructure of enamel. «Structural and Chemical Organisation of Teeth. Ed. : Miles, A.E.W., II. Cilt. Akademik Press. New-York, London, 1967» içinde.
- 15— JOHANSEN, E. : Electron microscopic and chemical studies of carious lesions with reference to the organic phase of affected tissue. Ann. N.Y. Acad. Sci., 131 (Art. 2) : 776, 1965.
- 16— JOHNSON, N. W. : Transmission electron microscopy of early caries enamel. Caries Res., 1:356, 1967 (a).
- 17— JOHNSON, N. W. : Some aspects of the ultrastructure of early human enamel caries seen with the electron microscope. Arch. Oral Biol., 12 : 1505, 1967 (b).
- 18— JONGEBLOED, W. L. : The dissolution of single crystals of hydroxyapatite in citric and lactic acids. Calc. Tiss. Res., 15:1, 1974.
- 19— KORAY, F. : Aşınmış Dişlerin mine ve dentin dokusundaki mikromorfolojik değişiklikler. Doçentlik Tezi, İstanbul, 1976.
- 20— LENZ, H. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen bei beginnender Schmelzkaries. Zahnaerztl. Rundsch., 20 : 285, 1956.
- 21— LENZ, H. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Mineralisation des Zahnschmelzes und beginnender Schmelzkaries. Arch. Oral Biol. (Special Suppl.), 4:34, 1961.
- 22— LENZ, H., ROSSINSKY, MÜHLEMANN, H. R. : Elektronenoptische Studien der Oberfläche und der Tiefen des initialen künstlichen White Spot. Schweiz. Mschr. Zahnheilk., 74:654, 1964.
- 23— LENZ, H. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen zum Problem der Mineralisation, Demineralisation und Remineralisation des Zahnschmelzes. Dtsch. zahnaerztl., 24: 460, 1969.
- 24— LENZ, H., HAMMLER, F. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen zum Problem der Initialphase der Schmelzkaries (Autoreferat). Dtsch. zahnaerztl. Z., 29:787, 1974.
- 25— LENZ, H. : Kişisel görüşme. Batı Berlin, 1976.
- 26— LENZ, H., KORAY, F., ERBENGİ, T., GÜRSOY, E. : Fine structure of the enamel in human teeth. Poster presentation. Istanbul Medical Convention, 1977.
- 27— LITTLE, K. : Electron microscope studies on human dental enamel. J. Roy. Microscop. Soc., 78:58, 1959.
- 28— MANİSALI, Y. : Ağız-Diş Embriyolojisi ve Histolojisi. Yenilik Basımevi, İstanbul, 1972.

- 29— **MANİSALI, Y., KORAY, F.** : Ağız-Diş Embriyolojisi ve Histolojisi. **Yenilik Basımevi**, İstanbul, 1982.
- 30— **McMILLAN, L., HUTCHINSON, A.C.W., FOSDICK, L.S.** : Electronmicroscopy of early enamel caries. *Dent. Progress.* 1:210, 1961.
- 31— **MORTIMER, K.V., TRANTER, T.C.** : A scanning electron microscope study of carious enamel. *Caries Res.*, 5:240, 1971.
- 32— **MÜHLEMANN, H.R., LENZ, H., ROSSINSKY, K.** : Electronmicroscopic appearance of rehardened enamel. *Helv. Odont. Acat.*, 8: 108, 1964.
- 33— **NEWBRUN, E.** : Cariology. 2. Baskı. Williams and Wilkins Co. aBltimore, 1979.
- 34— **NEWSELY, H.** : Über die Existenzbedingungen von Oktacalciumphosphat, Whitlockit und Carbonatapatit. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, 20:753, 1965.
- 35— **NEWSELY, H.** : Kristalchemisché Kennzeichen der Kariesinitialzone im Subsurface-Bereich des Zahnschmelzes. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, 21: 1098, 1966.
- 36— **NEWSELY, H.** : Mechanisms and Actions of Trace Elements in the Mineralisation of Dental Hard Tissues. Zyma SA Nyon, Switzerland, 1972.
- 37— **NEWSELY, H.** : Kişisel görüşme. Batı Berlin, 1976.
- 38— **OSBORN, J. W.** : Direction and interrelationships of enamel prism from the sides of human teeth. *J. dent. Res.*, 47 : 223, 1967.
- 39— **OSBORN, J. W.** : Direction and interrelationships of prisms in cuspal and cervical enamel of human teeth. *J. dent. Res.*, 47:395, 1968.
- 40— **OSBORN, J. W.** : The mechanism of prismformation in teeth A hypothesis. *Calc. Tiss. Res.*, 6:115, 1970.
- 41— **OSBORN, J. W.** : Variations in structure and development of enamel. «Dental Enamel. Oral Sciences reviews, Vol. III. Ed. : Melcher, A. H., Zarb, G. A., Munksgaard, Copenhagen, 1973» içinde.
- 42— **PİNDBORG, J. J.** : Pathology of the Dental Hard Tissues. Munksgaard, Copenhagen, 1970.
- 43— **POOLE, D.F.G., JOHNSON, N. W.** : The effects of different demineralizing agents on human enamel surface studied by scanning electron microscop. *Arc. Oral Biol.*, 12:1621, 1967.
- 44— **SCOTT, D. B., SİMMELINK, J. W., NYGAARD, V.** : Mineralization of Dental Enamel. «Chemistry and Physiology of Enamel. Ed. : Dziewiatkowski, D.D., Ann Arbor: University of Michigan Press, 1972» içinde (Scott et al. (45)'den).
- 45— **SCOTT, B.B., SİMMELINK, J.W., NYGAARD, V.** : Structural Aspects of Dental Caries. *J. Dent. Res.*, (Suppl. Physicochemical Mechanism of Dental Caries), 53:165, 1974.
- 46— **SHAFER, W.G., HINE, H.K., LEVY, B.H.** : A Textbook of Oral Pathology. 3. Baskı. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 1974.

- 47— **SONI, N. N., BRUDEVOLD, F.** : Microradiographic and polarized light studies of initial carious lesions. *J. dent. Res.*, 38:1187, 1959.
- 48— **SWANCAR, J. R., SCOTT, D. B., SIMMELINK, J. W., SMITH, T. J.** : The Morphology of Enamel Crystals. «Tooth Enamel II. Ed. : Fearnhead, R.W., Stack, M.V., John Wright and Sons Ltd., Bristol, 1971» içinde.
- 49— **TAKUMA, S.** : The electron microscopy of the enamel surfaces of teeth under various abnormal conditions. *J. dent. Res.*, 34:152, 1955.
- 50— **ÜÇOK, Z.** : Başlangıç halindeki mine çürüğünün tedavisi. Doktora tezi, İstanbul, 1980.
- 51— **VAHL, J., HÖHLING, H.I., PLACKOVA, A., BURES, H.** : Elektronenmikroskopische Ultra-Dünn Schnittuntersuchungen an Zähnen mit Schmelzflecken, herrührend von initialer Karies, artifizieller Karies und Mineralisationsstörungen. *Dtsch. zahnaerztl. Z.*, 21:983, 1966.
- 52— **VAHL, J., PLACKOVA, A.** : Elektronenoptische Untersuchungen von braunen Schmelzflecken (Arretierte Karies). *Dtsch. zahnaerztl. Z.*, 22:620, 1967.
- 53— **VOEGEL, J.C., FRANK, R.M.** : Stages in the dissolution of human enamel crystals in dental caries. *Calc. Tiss. Res.*, 24:19, 1977.
- 54— **WALLACE, B.I.** : The pathways of the early carious process. II. Radiologic study. *J. dent. Res.*, 40:321, 1961.