

**Derin Dentin Çürüğü Tedâvilerinde Kavite
Tabanında Yumuşak Dentin Bırakılarak Yapılan
İndirekt Kuaffaj ve Kalsiyumhidroksit Altında
Yumuşak Dentin Tabakasının Remineralizasyonu**
(Elektron mikroskobu ile in vivo araştırma)

Fatma Koray ()*

G İ R İ Ő

Derin dentin çürüğü tedâvilerinde indirekt kuaffaj uygulanırken, zaman zaman pulpanın açılması endişesi ile kavite tabanında yumuşak dentin bırakılmaktadır. Kuaffaj işlemi ile bırakılan yumuşak dentin altında, yeni dentin yapımı uyarılmakta ve böylece pulpayı çevresel etkenlere karşı koruyan dentin dokusunun, diğer bir deyişle sert kabuğun devamlılığı yeniden sağlanabilmektedir. Yeni dentin yapımı çeşitli aşama ve çeşitli türde yapılan dentin dokusu (örn. onarım dentini, osteodentin, tersiyer dentin ve sekonder dentin) ile gerçekleşmektedir (36, 61).

Günümüzde indirekt kuaffaj sırasında zorunlu olarak bırakılan bu yumuşak dentin katmanının belirli bir süre sonra kavite tekrar açılarak çıkarılıp,

(*) Doç. Dr., İ. Ü. Dişhekimliği Fakültesi, Diş Hastalıkları ve Tedâvisi Anabilim Dalı.

çıkarılmaması tartışılmaktadır. Bazı araştırmacılar pulpa odası yeni dentin ile çevrelenip, korunmuş duruma geldikten sonra dolgu tabanındaki yumuşak ve büyük bir olasılıkla enfekte dentinin (3, 14, 18, 19, 20, 33, 68) uzaklaştırılmasından yanadırlar (56, 61). Klinik incelemeler yapan birçok araştırmacı ise dolgu altında bırakılan yumuşak dentinin yeni yapılan dentin katmanı ile korunan pulpaya hiçbir zarar vermediğini ve bu nedenle, bireyin yaşamı süresince dolgu altında bırakılmasında bir sakınca olmadığını bildirmektedirler (6, 32, 39, 40, 54, 58, 71). Ayrıca; kuaffaj maddeleri altında bırakılmış, yumuşak ve enfekte dentindeki değişiklikleri inceleyen birçok araştırmacı da yapılmıştır. Bunların bir bölümü kuaffaj maddelerinin yumuşak dentin mikroorganizmaları üzerindeki öldürücü etkilerini incelemeye yöneliktir (4, 11, 12, 27, 42, 59, 60, 61, 62). Bir bölümü ile doğrudan, demineralize yumuşak dentin dokusundaki yeniden sertlik artması ve remineralizasyonu araştıran çalışmalar (10, 45, 46, 61). Tarafımızdan yapılan bir araştırma ise; yumuşak dentinden izole edilen ve çürük mikroorganizmalarının şeker verildiğinde asid üretebilme potansiyeli gösterdiklerini ve aynı mikroorganizmaların Ca(OH)_2 ile yapılan indirekt kuaffajın yarattığı alkale ortamda kalsifiye olabileceklerini ve çürüğü ilerletici etkinliklerinin ortadan kalkabileceğini in vitro olarak elektron mikroskobu bulguları ile kanıtlamıştır (31).

Diş tedâvilerinde sert dokulardaki kristallitler düzeyindeki değişikliklerin klinik prognozu yönlendirdiği yadsınmaz bir gerçektir. Bu nedenle Ca(OH)_2 ile yapılan indirekt kuaffajlarda dolgu altında bırakılan yumuşak ve enfekte dentindeki olayları in vivo olarak ultrastrüktürel düzeyde incelemeyi ve burada bırakılan yumuşak dentindeki değişiklikleri yorumlamayı amaçladık.

MATERYAL VE METOD

Araştırmada; Fakültemiz Diş Hastalıkları ve Konservatif Diş Tedâvisi Polikliniğine başvuran, yaşları 20-40 arasında olan üç ayrı bireyin (iki kadın ve bir erkek) malpozisyon gösteren, derin dentin çürüklü üçüncü büyük azı dişleri kullanıldı. Kaviterler Aerator ile açıldı; ancak tabandaki yumuşak dentin kaldırılmadı. Yumuşak dentin üzerine Ca(OH)_2 preparatı (Dykal-Caulk-) kondu ve dişler amalgam ile dolduruldu. Tedâviden üç hafta sonra dişlere vitalite testi uygulandı ve dişlerin canlı olduğu öğrenildi. Ayrıca anemnezde bir pulpitis belirtisi saptanamadı. Dişler çekildi.

Kontrol grubu için derin dentin çürükleri ve protez nedeniyle çekimi gereken iki diş kullanıldı. Normal dentin yapısını tanımak için ise klinikte sağ-

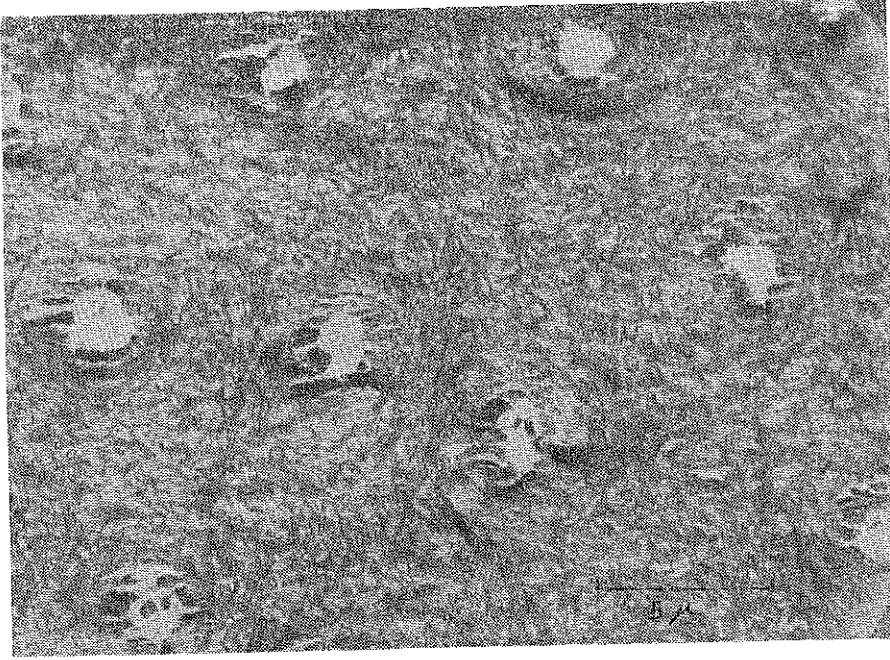
lıklı görülen ve ortodontik anomali nedeniyle çekimi gereken bir dişten yararlanıldı.

Araştırmanın bundan sonraki bölümleri Berlin Özgür Üniversitesi Dişhekimliği Dalı Klinik-Teorik Diş, Ağız ve Çene Hastalıkları Araştırmaları Enstitüsü Mikromorfoloji bölümünde yapılmıştır. Çekilmiş dişler metakrilat içinde bloklanıp ince kesitler hazırlanmış ve büyüteç gözlük ve biokuler mikroskopta bu kesitler incelenip aralarında dolgu tabanında yumuşak dentin bölgeleri içerenler tekrar jelatin kapsülde metakrilat ile bloklanmışlardır. Yumuşak dentin bölgeleri sivriltilip, Ultramikrotomda ultra ince kesitler alınmış ve Transmisyon Elektron mikroskobunda incelenmişlerdir.

BULGULAR

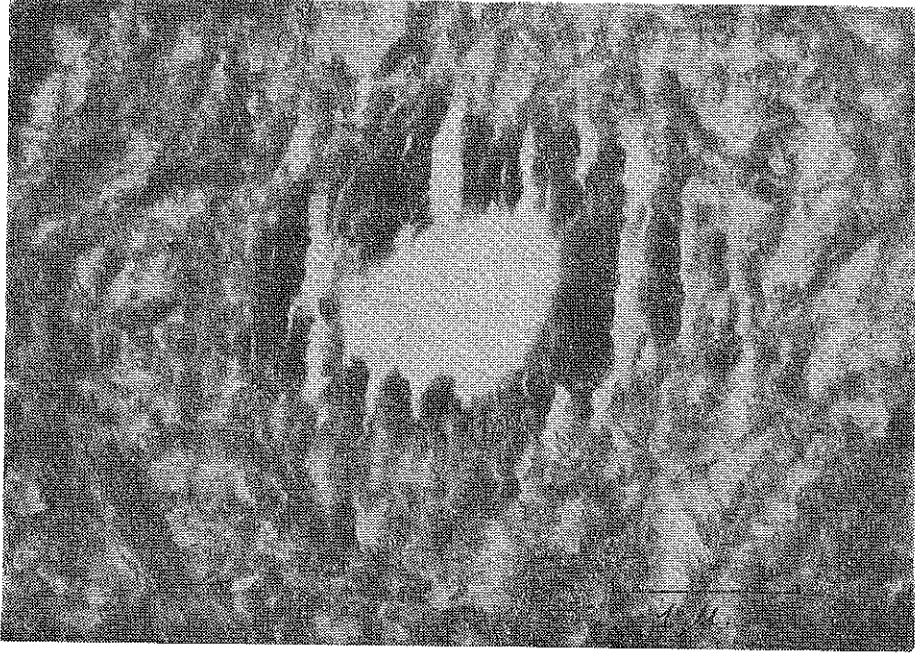
Sağlıklı Dentinin Ultrastrüktürü :

Sağlıklı dentinin ince yapısında tubulus lumenini saran peritubuler dentin ve tubuluslar arasında intertubuler dentin olmak üzere iki türde dentin



Resim : 1 — Enine kesilmiş dentin kanalları, peritubuler dentin ve intertubuler dentin alanlarından oluşmuş sağlıklı dentin yapısı.

saptanmaktadır (Resim 1). Peritübuler dentinin organik matriksi ince fibrillerden, yoğun bir örgü ile oluşmuştur. Peritübuler dentin hipermineralizedir. Intertübuler dentinde ise organik matriks peritübuler organik matrikse oranla daha kaba ve serbest seyreden liflerden oluşmuştur. Intertübuler dentin peritübuler dentinden hipomineralizedir. Intertübuler dentinin inorganik elemanlarının çoğunluğu ince iğne şeklinde ve uzun aksları 500 - 700 Å arasında değişen kalsiyumhidroksiapatit kristalleridir. Arada tek tük, diş sertdoku mineralizasyonunun olgunlaşmasında ara faz elemanı olan transparan yaprakçık şeklindeki oktakalsiyumfosfat kristalleri de izlenilmektedir (Resim 2).



Resim : 2 — Sağlıklı dentinde enine kesilmiş bir dentin kanalı. Lumeni çevreleyen hipermineralize peritübuler dentin ve peritübuler dentin halkasının dışında intertübuler dentin dokusu. Intertübuler dentin dokusunda ince iğne şeklinde kalsiyumhidroksiapatit kristalleri ve az oranda oktakalsiyumfosfat kristalleri.

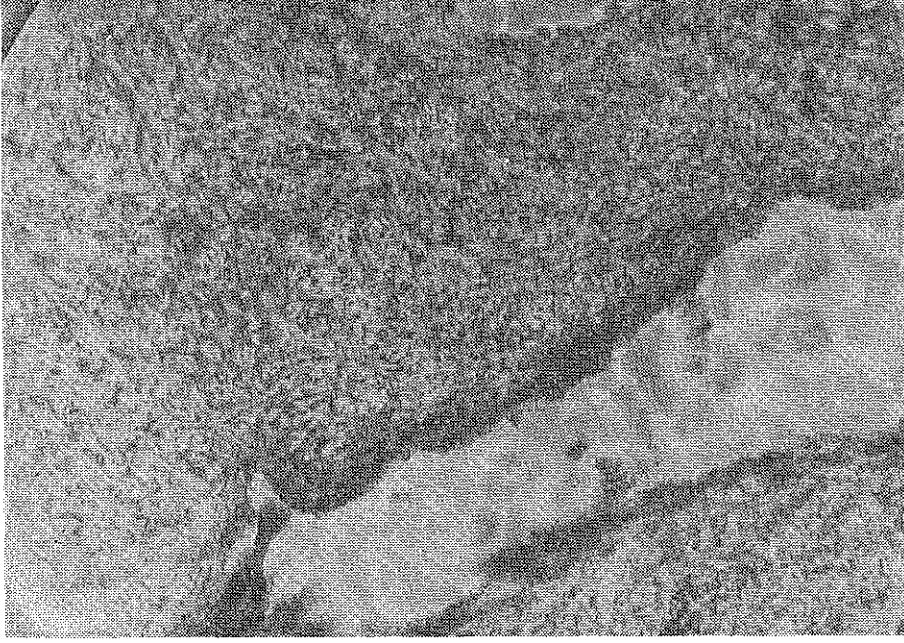
Çürük Dentin Dokusunun Ultrastrüktürü :

Derin dentin çürüğündeki demineralize dentin katmanında kanalları dolduran ve yer yer intertübuler dentin alanlarına da göç etmiş mikroorganiz-



Resim : 3 — Çürük dentinde yumuşama ve mikroorganizmalardan zengin katmanın ultrastrüktürü. Kanalların içini tümüyle dolduran mikroorganizmalar yer yer intertubuler dentin alanlarına da göç etmişler ve tek ya da koloniler şeklinde yerleşmişlerdir. Peritubuler dentin bazı bölgelerde belirgin hipermineralize özelliğini yitirmiştir.

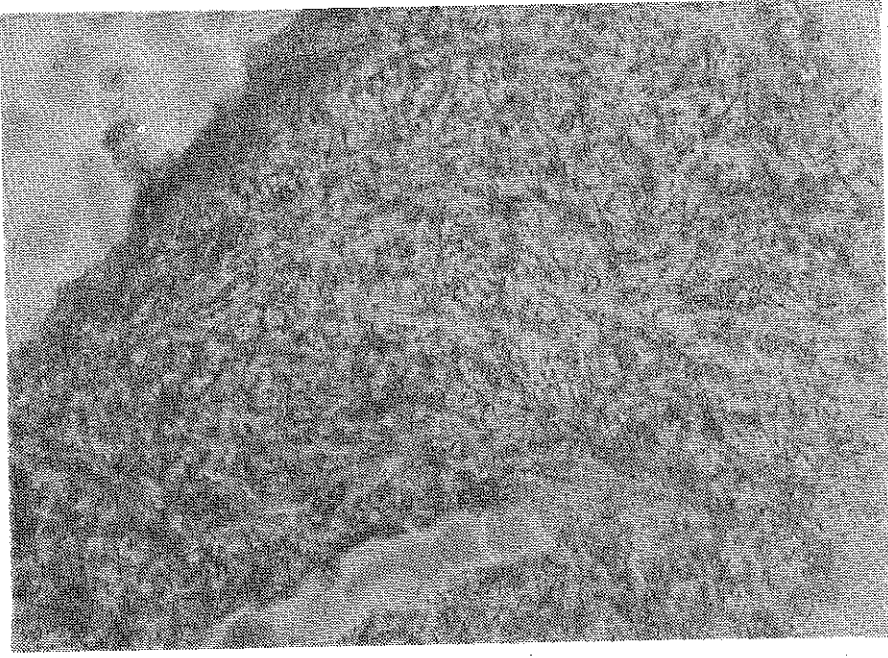
malar görüldü ve organik yapı ile inorganik yapının birlikte yıkıma uğradıkları saptandı (Resim 3). Intertubuler dentinde inorganik eleman olan kalsiyumhidroksiapatit kristallerinde parçalanmalar, kristal transformasyonları ve interkristalin aralıklarda genişlemeler izlenilmektedir (Resim 4, 5).



Resim : 4 — Çürük dentinde yumuşama katmanında intertubuler ve yer yer peritubuler dentin bölgesinde demineralizasyon. Apatit kristallitlerinde parçalanmalar ve kristal transformasyonları. Interkristalin alanlarda boşluklar, demineralize peritubuler dentin alanlarında yıkıma uğramış doku artıklarında yoğunluk artmaları, kristallit ve kristallit parçacıklar arasındaki alanlarda elektron dansite farkları vardır.

Ca(OH)₂ ile Yapılan İndirekt Kuaffajdan Üç Hafta Sonra, Kuaffaj Maddesi Altında Bırakılan Yumuşak Dentinde Saptanan Bulgular :

Ufak büyültmelerde homogen mineralize görünümlü intertubuler dentin alanları arasında çapları 0.5 - 1µ arasında değişen, çevrelerinde hipermineralize peritubuler dentin bulunan dentin kanalları ve kanal lumenlerinin bazıları içinde de mikroorganizmalar izlenilmektedir (Resim 6, 7). Tek tük mikroorganizmaların intertubuler dentin alanlarına da göçüp yerleştikleri saptanmaktadır (Resim 7, 9).

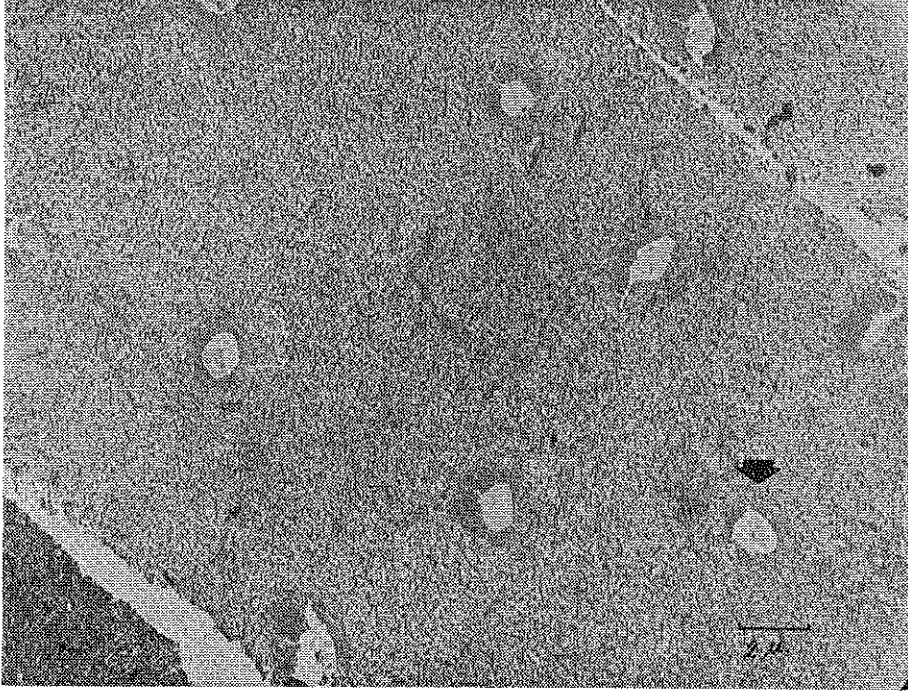



Resim : 5 — Çürük dentinin yumuşama katmanında demineralize dentin ultrastrüktürü. Kalsiyumhidroksiapatit kristallerinde kırılmalar, kristallit transformasyonları, kristallit ve kristallit parçacıkları arasındaki alanlarda hafif elektron dansite farkları görülmektedir.

Büyük büyültmelerde tipik ince iğne şeklindeki dentin kalsiyumhidroksiapatitinin az oranda ve düzensiz dağılmış olduğu, bunların bir kısmının parçalandığı ve bu kristal ve kristal parçacıkları arasında kalan çeşitli genişlikteki alanlarda da çeşitli morfolojide ve büyüklükte kristal formasyonları izlenilmektedir (Resim 8, 9, 10, 11). Bu kristal formasyonlarının bazıları geniş, interkristalin alanlarda serbest olarak gelişen, transparan, çeşitli büyüklükte yaprakçıklar şeklindeki tipik oktakalsiyumfosfat oluşumlarıdır. Yer yer geniş interkristalin alanların homogen Ca-tuzu presipitasyonlarıyla dolduğu görülmektedir (Resim 8, 9, 10).

Küçük büyültmelerde içinde mikroorganizmalar bulunan kanal lumenlerini çevreleyen peritubuler dentinin diğerlerine oranla hipomineralize izlenimi vermektedir (Resim 7). Büyük büyültmede peritubuler dentinin, intertubuler dentindeki kristallit çeşitlerinden küçük, aynı tip ve boyutlarda yoğun yığılmış kristallitler ile mineralize olduğu, genişlemiş interkristalin

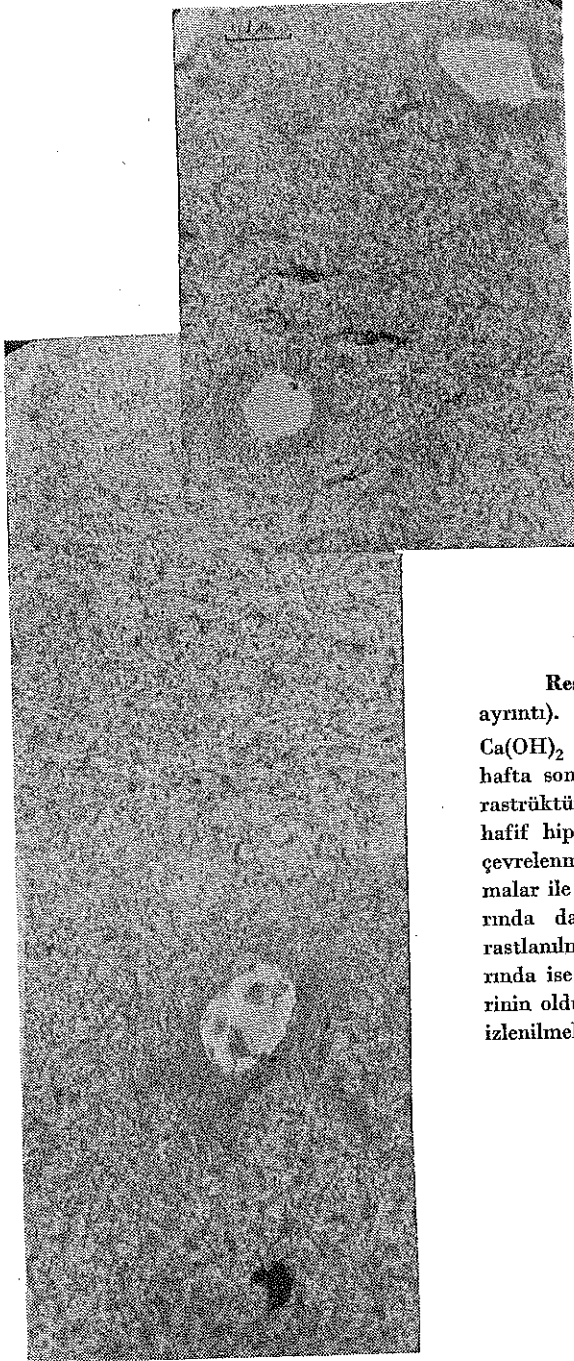
alanların tipik ince iğne şeklinde kalsiyumhidroksiapatit kristallerinin bulunmadığı saptanmıştır (Resim 8).



Resim : 6 — Ca(OH)_2 ile yapılan indirekt kuaffajdan üç hafta sonra yumuşak dentinin ultrastrüktürü. Dentin kanalları, hipermineralize peritubuler dentin ve bu büyültmede mineralizasyonu homogen görünümde olan intertubuler dentin izlenilmektedir. Dentin kanallarının bazılarının mikroorganizmalar ile dolu olduğu () ve içinde mikroorganizmalar bulunan dentin kanallarını çevreleyen peritubuler dentinin, boş dentin kanallarını çevreleyen peritubuler dentine oranla daha az hipermineralize olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA

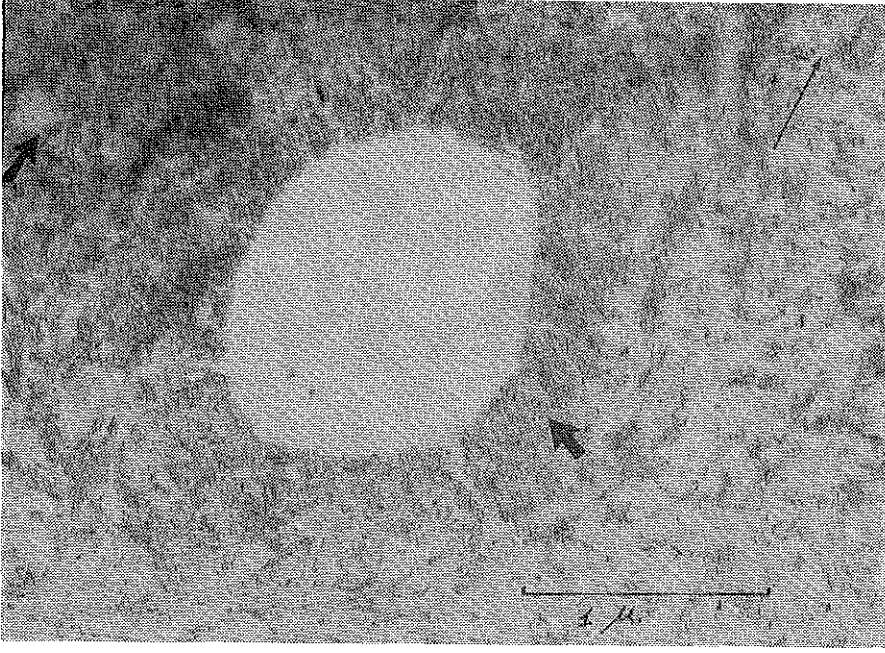
Birçok araştırmacı; indirekt kuaffajda endodontik zorunlulukla pulpa üzerinde bırakılan yumuşak dentinin, tamir dentini oluştuktan sonra (kavitenin tekrar açılıp) ortamdaki uzaklaştırılmasına gerek olmadığını, klinik deneyimlerine dayanarak savunmaktadırlar (6, 32, 39, 40, 54, 58, 71). Ancak; indirekt kuaffajda seçilen bu yöntem bilimsel araştırma temeline oturmadığından,



Resim : 7 — (Resim 6'dan büyültülmüş ayrıntı).

Ca(OH)₂ ile yapılmış indirekt kuaffajdan üç hafta sonra yumuşak dentin dokusunun ultrastrüktürü. Enine kesilmiş dentin kanalları hafif hipermineralize bir peritubuler dentinle çevrelenmiş olup, bazılarının içi mikroorganizmalar ile doludur. Intertubuler dentin alanlarında da seyrek olarak mikroorganizmalara rastlanılmaktadır. Intertubuler dentin alanlarında ise çeşitli türde kalsiyum tuzu kristallerinin oldukça homogen bir şekilde yığıldıkları izlenilmektedir.

klirik uygulayıcılar için prognozu kuşku ile beklenen bir girişimdir. Tamir dentinini radyolojik olarak gördükten sonra (ki radyolojik tanı bazı kavite-lerde örn. V. sınıf kavite-lerde konulamaz), kavitenin tekrar açılması ve bırakılan yumuşak dentinin uzaklaştırılması ise gerçek zaman kaybı, gerek malzeme tüketimi, gerekse her kavite preparasyonunun pulpa için bir travma oluşturabilme olasılığı gözönüne alırsa, pek rasyonel bir işlem olarak öneri-

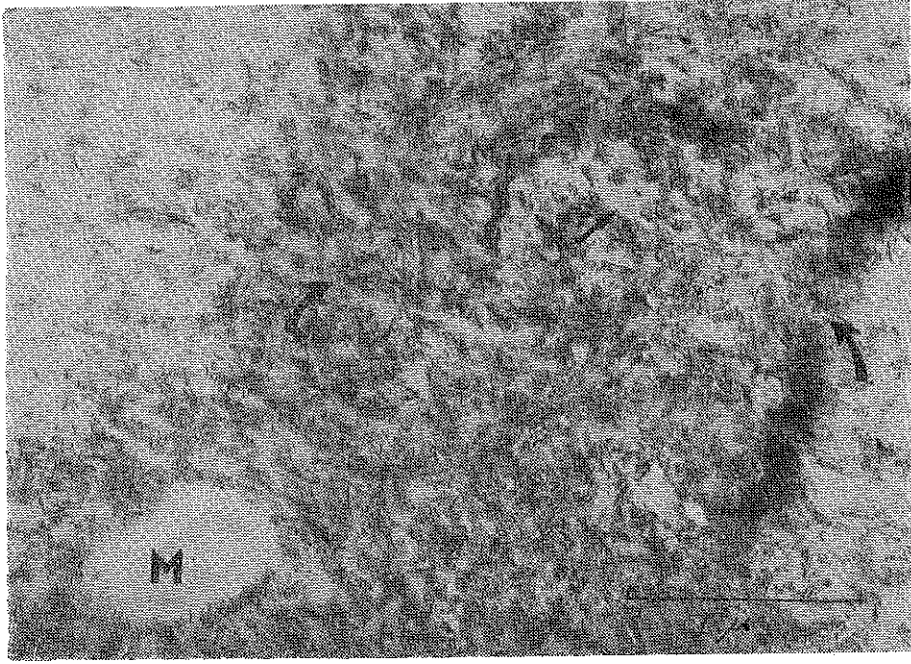


Resim : 8 — Ca(OH)_2 ile yapılmış indirekt kuaffajdan üç hafta sonra bırakılan yumuşak dentin dokusundaki remineralizasyon. Intertubuler dentin alanında ince iğne şeklinde kalsiyum hidroksiapatit kristallerinin yamsıra interkristalin alanlarda çeşitli morfoloji ve boyutlarda kristalit transformasyonları (↷), yer yer amorf kristal presipitasyonları (→), peritubuler alanda ise ufak ve çoğunluğu uniform kristallerin yoğun ve homogen dağılımı izlenilmektedir (⇨).

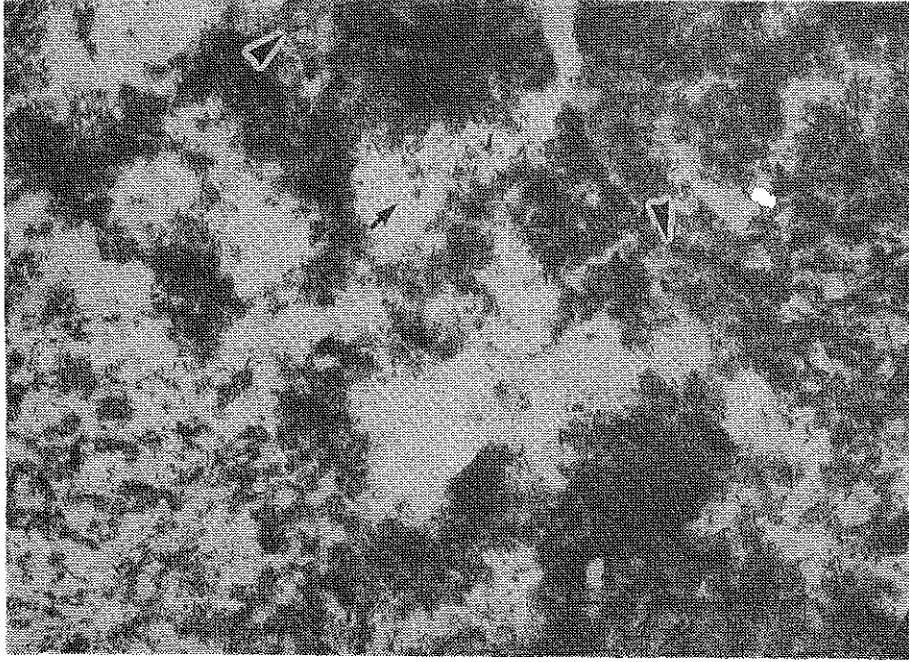
lemez, diğer yönden bu tedâvinin organizmadaki etkilerini tanımamaksızın bu girişimleri sürdürmek ampirik bir çalışma özelliğini korumakta ve çağımız bilim anlayışıyla ters düşmektedir. Tüm bu nedenlerle günümüzün mikroskopi olanaklarından da geniş ölçüde yararlanarak bu yöntemi bilimsel temele

oturtmayı kendimize amaç edinerek, bu konuda aşamalı incelemelere başlanılmıştır. İlk çalışmamız ile in vitro olarak çürük dentin mikroorganizmalarının farklı ortam koşullarında, bu koşullara bağımlı olarak değişik davranış özellikleri gösterebileceklerini, asid üretebilen ve dentini demineralize eden mikroorganizmaların yüksek pH'lı ortamda kalsifiye bile olabileceklerini kanıtlamıştır. Kısaca derin dentin çürüğünde ortamı alkaleleştirici $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'li bir madde altında çürük dentin bırakılsa bile, buradaki mikroorganizmaların sert dokuyu pulpa yönüne doğru demineralize edici, çözündürücü etkilerinin olmayacağı gerçeği mikrobiyolojik yöntemlerle submikroskopik düzeyde aydınlatılmıştır (31).

Bu çalışmamız aynı sorunu, indirekt kuaffajda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'li pat altında bırakılan yumuşak dentindeki değişimleri in vivo koşullarda incelemeye yöneliktir.



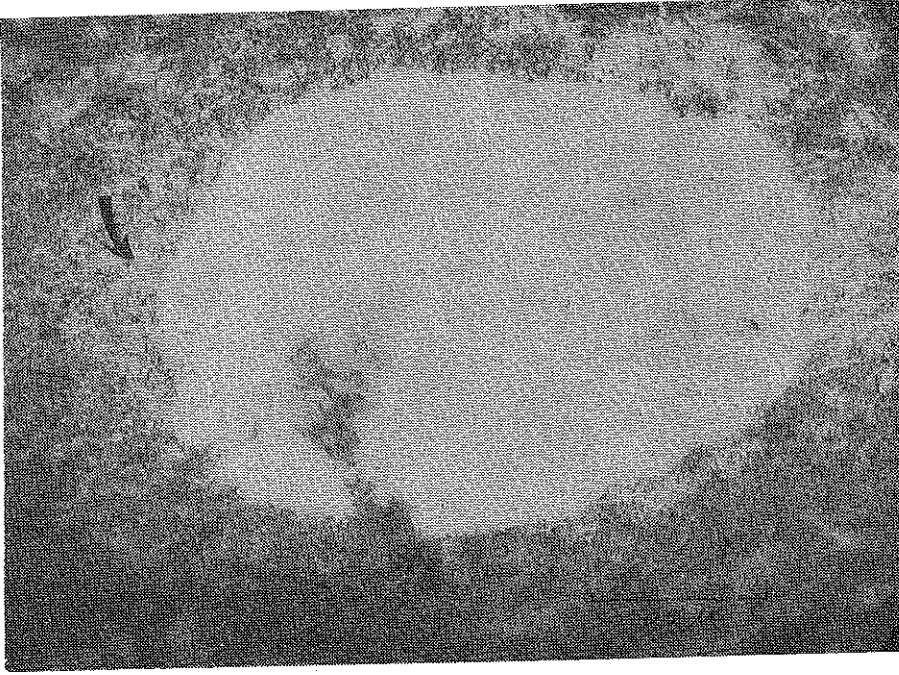
Resim : 9 — $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile yapılmış indirekt kuaffajdan üç hafta sonra bırakılan yumuşak dentinin intertubuler dentin alanlarında remineralizasyon belirtileri. Tipik, ince iğne şeklinde kalsiyumhidroksiapatit kristalleri arasında çeşitli morfoloji ve büyüklükte kristaller görülmektedir. Geniş interkristalin alanlarda oktakalsiyumfosfat formasyonları (→) ve yer yer oldukça homogen kalsiyum tuz kristallerinin presipitasyonları (⇨) ve intertubuler dentinde mikroorganizma (M) izlenilmektedir.





Resim : 10 — $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile yapılmış indirekt kuaffajda üç hafta süreyle bırakılmış yumuşak dentinde intertubuler dentin alanında remineralizasyon olayı. Tipik, ince iğne şeklinde kalsiyumhidroksiapatit kristalleri arasında çeşitli morfoloji ve büyüklükte kalsiyum tuzu kristalleri. Interkristalin alanlarda transparan lameller, oktakalsiyumfosfat kristalleri formasyonları (\rightarrow) ve ufak alanlarda amorf presipitasyonlar (\blacktriangleright) izlenilmektedir.

İnceleme in vivo olduğundan; değişiklikleri saptamak, ayrıcalıkları karşılaştırabilme amacı ile yararlanılan materyallerden sağlıklı dentin, çürük yumuşak dentin ve $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'li pat altında 3 hafta kalmış dentin materyali başka başka bireylerin farklı dişlerinden sağlanmıştır. Bu nedenle bulgular arasında yapılan karşılaştırmalarda, materyallerdeki özellikleri bireysel faktörlerin çok ufak ölçülerde de olsa etkileyebileceği gerçeği kabul edilmelidir. İncelediğimiz materyallerde özellikle çürük yumuşak dentin ve kuaffaj maddesi altında beklemiş dentindeki olaylar pasif fiziko-kimyasal olaylar olup, bunların gelişmesinde bireye özgü biyolojik aktivitenin payı yoktur. Ancak ortamdaki fiziko-kimyasal süreçleri, bireye özgü fenotipik mineralizasyon ile oluşan dentin yapısında farklı oranlarda bulunabilen eser elementler ufak ölçüde etkileyebilirler. Ayrıca demineralizasyon olaylarında, asid üretici faktör olan dentin çürüğü mikroorganizmaların türleri ve bunların birbirlerine

olan oranları da bireye özgü ufak ayrıcalıklar gösterebilirler. Tüm bu yan etkiler, çalışmamız in vivo olduğundan kontrol edilememektedir. Bu nedenle, tartışmamızda yorumu yapılacak olayların bireyden bireye ufak değişiklikler gösterebileceği baştan düşünülmelidir.



Resim : 11 — (Resim : 7'den büyültülmüş ayrıntı).

Ca(OH)₂ ile yapılmış indirekt kuafajdan üç hafta sonra, bırakılmış yumuşak dentinde peritubuler alanda remineralizasyon. Peritubuler alanda (), intertubuler alandaki kristallitlere oranla çok daha ufak, oldukça uniform kristallitlerin, intertubuler alan () ile karşılaştırıldığında çok daha yoğun ve homogen dağılmış olarak çökeldikleri izlenilmektedir.

Çürük dişlerin yumuşak dentin katmanından hazırlanan elektron mikroskopu preparatlarında dentin kanallarının mikroorganizmalar ile dolu olduğu, hattâ bunların bir kısmının intertubuler dentin alanlarına da göç ettikleri izlenilmektedir (Resim 3). Gerek peritubuler, gerekse intertubuler dentinde ince iğne şeklinde kalsiyumhidroksiapatit kristallerinin parçalandıkları, organik matriks kollagenlerinin tipik 640 A^olık çizgilenmesinin görülmediği, bunların da parçalandıkları ve ortamda hem organik hem de

inorganik komponent parçacıklarının gelişigüzel dağıldıkları açıkça görülmektedir (Resim 4, 5). Tüm bu bulgular normal dentin yapısıyla (Resim 2) karşılaştırıldığında dentinde yumuşamanın demineralizasyon ile ortaya çıktığı ve bu demineralizasyonun da ortamdaki mikroorganizmaların asid üretimleri ile gerçekleştiği kanıtlanmaktadır. Literatür verileri de bu görüşümüzü desteklemektedir (3, 14, 17, 22, 24, 30, 31, 47, 57, 60, 62, 67, 69). Kollagenlerin kesin tanımı 640 A^olık periodik çizgilenme ile yapılabilir (5, 7, 8, 28, 37, 41). Bu yapının görülmemesi (Resim 4, 5) kollagenlerin parçalanmış olduğunu kanıtlamaktadır. Ancak, bu parçalanmanın mikroorganizmaların proteolitik enzim faaliyetleri sonucunda mı yoksa doğrudan dentinin inorganik yapısının yıkımı sırasında bir yan olay olarak mı ortaya çıktığını yorumlamak zordur. Tropokollagenlerin lateral agregasyonları ile mineral tuz çekirdekleri lifsel moleküller arasında belirmeleri birlikte olduğundan, kısaca organik matriks lif yapımı ile mineralizasyon iç içe geliştiğinden (15, 21, 41) kollagen parçalanmasının doğrudan kristal yıkımına bağlanmasının yanlış olmayacağı kanısındayız. Kristallitler ve kristallit parçacıklarının arasındaki alanlar, elektron dansitesi ufak ayrıcalıklar gösteren bir aramaddede doludur (Resim 4, 5). Yer yer elektron yoğunluk farkları bu alanlardaki aramaddede polimerlerinin moleküler ağırlıklarındaki farkları yansıtmaktadır (28, 36). Sağlıklı dentindeki aramaddenin homogen bir elektron geçirgenlik gösterdiği (Resim 2) gözönüne alırsa, çürük olayı ile yumuşak dentin katmanında dentin aramaddesinin de bir değişime uğradığı gerçeği ortaya çıkmaktadır. Elimizdeki bulgular, birbirleriyle karşılaştırıldığında üç hafta süre ile Ca(OH)₂ altında bırakılan yumuşak dentinin ultrastrüktürü ufak büyültmelerde bile çürük dentinin yumuşama bölgesindeki özelliklerden ayrıcalıklar göstermektedir. En belirgin ayrıcalık Ca(OH)₂ altında üç hafta süreyle kalmış yumuşak dentindeki mikroorganizmaların sayıca az olduğudur (Resim 3, 6). Ancak materyaller farklı bireylerden alındığından bu durumun mikroorganizmaların azalmaları sonucunda mı ortaya çıktığını saptamak zordur. Klinikte yumuşak olarak saptanıp kuaffajda bırakılan dentin bölgesinde mikroorganizmaların daha başlangıçta sayıca az olabileceklerini de unutmamak gerekir. Literatür verileri her iki olasılığı da destekler türdedir. Birçok araştırmacı, kuaffaj maddelerinin dentin mikroorganizmaları üzerinde öldürücü etki yaptığını göstermişlerdir (1, 10, 11, 12, 13, 27, 51, 58). Hattâ bazı araştırmacılar, kullanılan kuaffaj maddelerinin non-dezenfektan bir madde olduğu durumlarda bile, kavitenin doldurularak, çürük mikroorganizmalarının çevresel beslenme ortamından izole edilmesi sonucunda bunların uzun zaman süresi içinde sayıca azaldıklarına değinmektedirler (4, 12, 60, 61, 62). Birçok araştırmacı ise klinik muayenede yumuşak olarak algılanan dentinin mikroorganizma taşımamasının

vak'adan vak'aya değişken olduğunu bildirmektedir (16, 63, 70). Yumuşak dentinin bazen steril bile olabileceğinden söz eden araştırmacılar dahi vardır (16, 43, 52). Bizim inceleme konumuzu, mikroorganizmaların sayıca azalması doğrudan ilgilendirmediğinden bu bulgunun tartışmasını yapmayı gereksiz bulmaktayız. Ancak bizim çürük dentinin yumuşama katmanına ilişkin bulgularımızda (Resim 3) ve çeşitli araştırmalarda (31, 34, 35, 36) mikroorganizmalardan zengin ileri derecede demineralize olmuş bölgelerde mikroorganizmaların intertubuler dentin alanlarına da geçebildikleri görülmektedir. Bizim, indirekt kuaffajdan sonra hazırlanan preparatlarımızda da sayıca az olan mikroorganizmaların bazılarında tek olarak intertubuler dentin alanlarında rastlanması (Resim 7, 9) bu bölgelerin indirekt kuaffaj öncesi mikroorganizmadan zengin ileri derecede demineralize olmuş bir tabaka olduğunu düşündürmektedir. Yalnız yumuşak dentinde Ca(OH)_2 uygulanması sonunda ortaya çıkan ultrastrüktürel bulgular yorumlanırken ortamın bu bulguların saptandığı dönemde mikroorganizmadan fakir olduğu gerçeğini unutmamak gerekir.

Bizim incelememizin amacı olan Ca(OH)_2 altında bırakılan yumuşak dentin dokusuna özgü değişimler bu katmanda bir remineralizasyon olduğunu ultrastrüktürel düzeyde kanıtlamaktadır (Resim 8, 9, 10, 11). Çürük olayı sırasında demineralizasyon ile parçalanan, çoğunluğu hidroksiapatit şeklindeki kalsiyumfosfat tuzlarından serbestleyen iyonlar ortamda içine ortam pH'sı Ca(OH)_2 etkisi ile yükseldiğinde yeniden tuz kompleksleri olarak çökelmişlerdir. Ca(OH)_2 altında yeni oluşan çeşitli kalsiyum tuzu kristallerine dentin çürüğünün transparan tabakasında dentin kanalları içinde de rastlanılmaktadır (14, 23, 26, 34, 35, 55, 57). Bizim bulgularımızda, ortam pH'sının yükselmesinin yanısıra, demineralizasyon sonucunda serbest iyon konsantrasyonlarının artmasının ve interkristalin alanlardaki organik matriks artıklarının kalsiyum iyonlarını çekme özelliklerinin de etkili olabileceğini düşünmek gerekmektedir.

Yeni oluşan kalsiyum tuzlarının çoğunluğu transparan lameller özellikleri ile tipik oktakalsiyumfosfat kristalleridir. Bunların oluşumu için 40°C ısı ve 5.9 - 7 pH arasında bir ortam gereklidir. Ancak; pH yükseldiğinde bu kristallerin oluşumu daha düşük ısıda da gerçekleşebilmektedir (48, 49, 50). Ca(OH)_2 altında bırakılan yumuşak dentinin remineralizasyonunda geniş interkristalin alanları serbest gelişen oktakalsiyumfosfat kristallerinin yanısıra ufak boyutlu transparan kristallerin kümelenerek adeta agregatlar oluşturarak doldurdukları da izlenilmektedir. Oldukça amorf görünümlü kalsiyumfosfat presipitasyonlarının da yer yer interkristalin alanlar kapladığı görülmektedir.

(Resim 8, 9, 10). Bu türde oktakalsiyumfosfat kristal oluşumlarına sağlıklı dentinde çok az oranda rastlanılmaktadır (Resim 2). Ancak burada izlenen yeni kristaller sürekli mineralizasyon sürecinin, diğer bir deyişle mineralizasyon olgunlaşmasının bir belirtisidir ve fenotipik mineralizasyonun nihai elemanı kalsiyumhidroksiapatit kristallerinin oluşumunda ara aşama kristalleri olarak yorumlanabilirler (48, 49, 66). Çürük dentinin yumuşak, demineralize katmanında da yine böyle parçalanmış kalsiyumhidroksiapatit kristalleri arasındaki geniş alanlarda az sayıda yeni kristal formasyonları izlenilmektedir (Resim 4, 5). Bunların oluşumu çeşitli nedenlerle yerel pH yükselmesine ve demineralizasyon sonucu kalsiyum ve fosfat iyon yoğunluğunun artmasına bağlı olup ve fiziko-kimyasal pasif bir olaydır. Fenotipik bir mineralizasyon olmayıp bir tür ufak çapta remineralizasyondur. Çürük dentinin tükürük ile sıvandığında demineralizasyon ile serbestleşmiş iyonlarının tekrar tuz kompleksleri oluşturarak remineralizasyonu gerçekleştirdikleri çeşitli araştırmacılar tarafından da yayımlanmıştır (2, 38, 64). $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uygulayarak yapılan indirekt kuafajdan sonra remineralizasyon, demineralizasyon sonucunda parçalanmış apatitlerin arasında genişlemiş interkristalin alanların doldurulması boyutlarına ulaşmıştır. Ufak büyültmelerde intertubuler dentin homogen mineralize izlenimi vermektedir (Resim 6). Olay submikroskopik madde kaybının onarımı özelliğini göstermektedir. Kısaca fiziko-kimyasal süreçlerle dentin çürüğünde iyileşme söz konusudur. Bu onarım elemanlarının tek, serbest oktakalsiyumfosfatlar, kalsiyumfosfat agregatları ya da kalsiyumfosfat presipitasyonları gibi çok çeşitli olmasını, organik matriks artışı gel ortamının yerel olarak farklı histokimyasal özellik göstermesine ve çeşitli iyon konsantrasyon farklarına bağlamak doğru olur kanısındayız.

Peritubuler dentinin organik matriksi ince ve karmaşık seyreden yoğun kollagen lifciklerden oluşmuş olup intertubuler dentinden ayrıcalık göstermektedir (21, 41, 53, 61, 63) ve peritubuler dentin intertubuler dentine oranla hipermineralizedir (21, 29, 41, 44, 61). Buradaki apatit kristalleri de ufak boyutludurlar (21, 25, 29, 41, 53). Bizim sağlıklı dentin yapısına ilişkin bulgularımız (Resim 1, 2) literatür verileriyle uyumludur.

Intertubuler dentinden gerek organik matriks gerekse inorganik elemanlar açısından farklı olan bu bölgede demineralizasyon ile kristallerin çok ufak parçacıklara ayrıldığı saptanmaktadır (Resim 4, 5). Böyle bir demineralize ortamda gelişen remineralizasyonun da diğer bölgelerdekinden farklı olması doğaldır. Demineralizasyon ile parçalanmış ufak apatit kristallerinden serbestleşen iyonların konsantrasyonları ve organik matriks artışı gel milyö, burada yeni oluşan kalsiyumfosfat kristallerinin tür ve boyutlarını etkilediği

düşünülmelidir. Bizim bulgularımıza göre peritubuler alandaki remineralizasyon ufak tek tip ve aynı büyüklükteki kristallerin homogen yığılmaları ile olmuştur (Resim 8, 11).

İndirekt kuaffaj yapımı ve sonra kavitenin amalgam ile doldurulması çürük dentinde iki önemli değişikliğe neden olmuştur. Bunlardan birincisi asidogen mikroorganizmaların asid üretimi için gerekli mono- ve disakkaritleri bulamamaları sonucunda asid yapımının, dolayısıyla demineralizasyonun durması; ikincisi ise $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile ortamın alkaleleştirilmesidir. Demineralizasyon sonucu ortamda serbest kalsiyum ve fosfat iyonları yüksek konsantrasyonda bulunmaktadırlar ve organik matriks artışı gel bir milyö vardır. Tüm bu koşullarda yeni kristal formasyonlar ve bunların ortama çökmesi ile bir remineralizasyon, diğer bir deyişle çürük dentinde onarım beklenilmesi gereken bir olaydır. Az sayıdaki literatür verileri de çürük dentinde remineralizasyon olabileceğine değinmektedir. Bir grup araştırmacı (10), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uygulaması ile çürük dentin örneğinde fosfor yapısında anlamlı bir artış olduğunu göstermişler ve bu artışın pulpa-dentin arasındaki mineral alış-verişi ile ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu bulgularına dayanarak indirekt kuaffaj altında kalan yumuşak dentinde bir remineralizasyon olabileceğine de işaret etmişlerdir. Çürük dentinde indirekt kuaffajın ardından sertlik artması olduğunu (yeniden sertleşmeyi) kanıtlayan çalışmalar da vardır (9, 45, 56).

Dokuda sertlik artması ise remineralizasyon belirtisi olarak yorumlanabilir. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uygulanan kavite tabanında radyoopasitenin arttığı da mikroradyografik yöntemlerle gösterilmiştir (46). Tüm bu çalışmalar bizim görüşümüzü desteklemektedir. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile yapılan indirekt kuaffajda bırakılan yumuşak dentindeki gelişmeleri submikroskobik düzeyde inceleyen başka bir araştırmaya literatür taramalarında rastlayamadığımızdan, bulgularımızı doğrudan tartışma olanağından yoksunuz ve yalnızca yukarıda sözünü ettiğimiz $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile indirekt kuaffajda dentin değişiklikleri üzerine yapılan araştırmaların sonuçlarının, bulgularımızı kesinlikle destekler nitelikte olduklarını belirtmekle yetinmek zorundayız.

ÖZET

Dentin çürüğü olan ve konum anomalisi nedeniyle çekimleri gereken akıldişlerine, kavite tabanında yumuşak dentin bırakılarak, kalsiyumhidroksit ile indirekt kuaffaj uygulandı. Üç hafta sonra dişler çekildi ve kavite tabanında bırakılan yumuşak dentin katmanındaki değişiklikler transmisyon

elektron mikroskobu ile incelendi. Mikromorfolojik bulgular, sağlıklı dentinin ve çürük dentinde yumuşama bölgesinin ultrastrüktürel özellikleri ile karşılaştırıldı ve çürük olayı, diğer bir deyişle demineralizasyon sonucu dentinde ortaya çıkan geniş interkristalin alanların, kalsiyumhidroksit ile yapılan indirekt kuaffajdan sonra yeni oluşan lameller yapıdaki kristaller ile dolduğu ve elverişli koşullar altında demineralize dentinin remineralize olabileceği, ya da başka deyişle dentin çürüğünün iyileşebileceği saptanmıştır.

ZUSAMMENFASSUNG

An den Weisheitszähnen mit kariösem Dentin, die wegen ihrer Stellungsanomalien extrahiert werden sollen, wurden indirekte Überkappungen durchgeführt, indem erweichtes Dentin am Kavitätenboden belassen und mit Kalziumhydroxyd und Amalgamfüllung zugedeckt wurde. Nach drei Wochen wurden die Zähne gezogen, und Veränderungen in der belassenen Dentinschicht elektronenoptisch untersucht. Die mikromorphologische Befunden wurden mit dem Ultrastruktur des gesunden Dentins und der Erweichungszone von der Dentinkaries verglichen und es wurde beobachtet, daß die durch Kariesprozeß bzw. Demineralisation des Dentins entstandenen interkristalline Räume, nach der Überkappung, von den neu entstandenen plattenförmigen Kristallen ausgefüllt worden sind. Auf Grund unserer mikromorphologischen Befunden halten wir es für möglich, daß unter den günstigen Bedingungen eine Remineralisation des demineralisierten Dentins oder anders ausgedrückt eine Ausheilung der Dentinkaries vorkommen kann.

K A Y N A K L A R

- 1 — Aponte, A.I., Hartsook, I.T., Crowley, M.C. : Indirect pulp capping succes verified. *J. Dent. Child.*, **33** : 164, 1966.
- 2 — Bang, G., Urist, H.R. : Recalcification of decalcified dentine in the living animal. *J. Dent. Res.*, **46** : 722, 1967.
- 3 — Bernick, S., Warren, D., Barker, R.F. : Electron microscopy of carious dentine. *J. Dent. Res.*, **33** : 20, 1954.
- 4 — Besic, F.C. : The fate of bacteria sealed in dental cavities. *J. Dent. Res.*, **22** : 349, 1943 (Shovelton [62]den).
- 5 — Bloom, W., Fawcett, Don. W. : A Textbook of Histology. 9. Baskı. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto, 1969.

- 6 — **Bonsack, Ch.** : Le coiffage naturel on indirect. *Schweiz. Mschr. Zahnheilk.*, **62** : 219, 1952.
- 7 — **Bucher, O.** : Cytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. 7. Baski, Huber Verl., Bern, Stuttgart, Wien, 1971.
- 8 — **Eastoe, J.E.** : Collagen and tissue architecture. *Dent. Pract. Rev.*, **18** : 267, 1968.
- 9 — **Ehrenreich, D.W.** : A comparison of the effects of zinc oxideeugenol and calcium hydroxide on carious dentine in human primary molars. M.S.D. Thesis, University of Alabama, 1963.
- 10 — **Eidelman, E., Finn, S.B., Koulourides, T.** : Remineralisation of carious dentine treated with calcium hydroxide. *J. Dent. Child.*, **32** : 218, 1965.
- 11 — **Fischer, F.I.** : The viability of microorganism in carious dentine beneath amalgam restorations. *Br. Dent. J.*, **121** : 413, 1966.
- 12 — **Fischer, F.I.** : The viability of microorganism in carious dentine beneath amalgam restorations-an appendix. *Br. Dent. J.*, **126** : 355, 1969.
- 13 — **Fischer, F.I.** : The effect of calcium hydroxide/water paste on microorganism in carious dentine. *Brit. Dent. J.*, **133** : 19, 1972.
- 14 — **Frank, R.H., Wolff, F., Gutmann, B.** : Microscopic électronique de la carie au niveau de la dentine humaine. *Arch. Oral Biol.*, **9** : 163, 1964.
- 15 — **Frank, R.H.** : Etude au microscope électroniques de l'odontoblaste et du canalicule dentaire humain. *Arch. Oral Biol.*, **11** : 179, 1966.
- 16 — **Fusuyama, T., Okuse, K., Hosoda, H.** : Relationship between hardness, discoloration in carious dentine. *J. Dent. Res.*, **45** : 1033, 1966.
- 17 — **Haberman, S., Bouschor, C., Matthews, L.** : Fine structure of soft carious dentine. *Oral Surg.*, **24** : 216, 1967.
- 18 — **Herting, H.C.** : Elektronenmikroskopische Beobachtungen an kariösem Dentin. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, **20** : 704, 1965.
- 19 — **Herting, H.C.** : Elektronenmikroskopische Beobachtungen an kariösem Dentin. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, **21** : 1085, 1966.
- 20 — **Herting, H.C.** : Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Kristallen-und Gefügebraubau in gesundem und kariösem Dentin. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, **24** : 442, 1969.
- 21 — **Höhling, H.J.** : Die Bauelemente von Zahnschmelz und Dentin aus morphologischer, chemischer und struktureller Sicht. Carl Hanser Verl. München, 1966.
- 22 — **Johansen, E., Parks, H.F.** : Electronmicroscopic observations on soft carious human dentine. *J. Dent. Res.*, **40** : 235, 1961.
- 23 — **Johansen, E.** : Microstructure of enamel and dentine. *J. Dent. Res.*, **43** : 1007, 1964.
- 24 — **Ketterl, W.** : Zur Behandlung der Karies Profunda. *Zahnärztl. Prox.*, **18** : 245, 1967.
- 25 — **Kiguel, E.** : Fibrillar elements forming dentin and mineral seeding or crystal nucleation. *Anat. Rec.*, **151** : 267, 1965 (Selzer-Bender [61]'den).

- 26 — Kim, H., Johansen, E. : Ultrastructural observations on the mineral phase of deciduous human dentin. *J. Dent. Res.*, **53** : 160, 1974.
- 27 — King, J.B., Crawford, J.J., Lindahl, R.L. : Indirect capping: a bacteriologic study of deep carious dentine in human teeth. *Oral Surg.*, **20** : 663, 1965.
- 28 — Koray, F. : Diabetiklerin dişeti ve alveol kemiği belirtileri üzerinde incelemeler. Doktora tezi. Yenilik Basımevi, İstanbul, 1974.
- 29 — Koray, F. : Aşınmış dişlerin mine ve dentin dokusundaki mikromorfolojik değişiklikler. Doçentlik tezi. İstanbul, 1976.
- 30 — Koray, F. : Diş Çürükleri, Dünya Tıp Yayınevi. Altın Matbaacılık, İstanbul, 1981.
- 31 — Koray, F., Anđ, Ö., Kartoglu, G. : Derin dentin çürüğünde yıkım ile mikroorganizmalardan zengin katmanların mikromorfolojik ve mikrobiyolojik incelemesi (Hakkı Erkiner Vakfı Atatürk Yılı Dişhekimliğinde Bilimsel Araştırma Yarışması Birincilik Ödülü). İ.Ü. Dişhek. Fak. Derg., **15** : 301, 1981.
- 32 — Kraus, A. : Ist Exkavieren bis ins gesunde Dentin notwendig? *Z.Stomatol.*, **32**: 1459, 1934.
- 33 — Law, D.B., Lewis, T.M. : The effect of calciumhydroxide on deep carious lesions. *Oral Surg.*, **14** : 1130, 1961.
- 34 — Lenz, H. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen am normalen und kariösem Dentin. *Berl. Gesundheitsblatt H.*, **19** : 498, 1555 (a).
- 35 — Lenz, H. : Elektronenmikroskopischer Nachweis der Dentinveränderung durch Karies. *Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilk.* **22** : 24, 1955 (b).
- 36 — Lenz, H. : Kişisel görüşme. Batı Berlin, 1971, 1976, 1981.
- 37 — Leonard, H. : Histologie und Zytologie des Menschen. 3. Baskı. Georg Thieme Verl., Stuttgart, 1971.
- 38 — Levine, R.S. : The distribution of hydroxyproline in dentin of carious human teeth. *Arch. Oral Biol.*, **17** : 127, 1972.
- 39 — Lorinczy-Landgraf, E. : Neue Erkenntnisse in Klinik und Pathologie der Pulpenentzündung. *Öst. Z. Stomatologie*, **58** : 99, 1961.
- 40 — Maeglin, B. : Zur Behandlung der tiefen Karies mit alkalischen Kalksalzen. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, **10** : 727, 1955.
- 41 — Manisah, Y., Koray, F. : Ağız-Diş Embriyolojisi ve Histolojisi. Yenilik Basımevi, İstanbul, 1982.
- 42 — McGregor, A.B. : The extent and distribution of acid in carious dentine. *Proc. Roy. Soc. Med.*, **55** : 1063, 1962.
- 43 — McKay, G.S. : The pattern of bacterial invasion of carious dentine (17. Meeting of British Division, I.A.D.R. Abstract), *J. Dent. Res.*, **48** : 1119, 1969.
- 44 — Miller, W.A., Fick, J.D., Neiders, M.E. : Inorganic components of the peritubular dentin in young human permanent teeth. *Caries Res.*, **5** : 264, 1971.

- 45 — Mjör, I.A., Finn, S.B., Quigley, M.B. : The effect of calciumhydroxide and amalgam on noncarious vital dentine. *Arch. Oral Biol.*, **3** : 283, 1961.
- 46 — Mjör, I.A. : Histologic studies of coronal dentine following the insertion of various materials in experimentally prepared cavities. *Arch. Oral Biol.*, **12** : 441, 1967.
- 47 — Newbrun, E. : Cariology. The Williams and Wilkins Co., Baltimore, 1979.
- 48 — Newesely, H. : Über die Existenzbedingungen von Oktacalsiumphosphat, Whitlockit und Carbonatapatit. *Dtsch. zahnärztl. Z.*, **20** : 753, 1965.
- 49 — Newesely, H. : Mechanism and action of trace elements in the mineralisation of dental hard tissues. Zyma SA Nyon, Switzerland, 1972.
- 50 — Newesely, H. : Kişisel görüşme. Batı Berlin, 1976.
- 51 — Nicholls, E. : Endodontics. John Wright and Sons Ltd., Bristol, 1967.
- 52 — Parikh, S.R., Massler, M., Mahn, A. : Microorganism in active and arrested carious lesions of dentin. *N.Y.Dent. J.*, **29** : 347, 1963.
- 53 — Plackova, A., Stepanek, I. : Zur Kenntnis der peritubulären Zone des Dentins. *Z. Zellforsch.*, **52** : 730, 1960.
- 54 — Plathner, C.H. : Die natürliche Pulpenüberkappung. *Öst. Z. Stomatologie*, **58** : 18, 1961.
- 55 — ReKate, H. : Elektronenmikroskopische Untersuchungen der durch eine Caries Profunda in Dentin und Pulpa hervorgerufenen Veränderungen. Doktora Tezi, Batı Berlin, 1975.
- 56 — Sapone, J. : Vital pulp therapy, «Pathways of the pulp. Ed. : Cohen, S., Burns, R., Mosby Co., St. Louis, 1967» içinde.
- 57 — Sarnat, H., Massler, M. : Microstructure of active and arrested dentinal caries. *J. Dent. Res.*, **44** : 1389, 1965.
- 58 — Schroeder, A. : Endodontie. Die Quintessenz. Berlin, 1977.
- 59 — Schouboe, T., Mac Donald, I.B. : Prolonged viability of organism sealed in dentinal carious. *Arch. Oral Biol.*, **7** : 525, 1962.
- 60 — Seltzer, S. : The bacteriological status of dentine after cavity preparation. *J.A.D.A.*, **27** : 1799, 1940 (Seltzer-Bender [61]'den).
- 61 — Seltzer, S., Bender, J.B. : The dental pulp. 2. Baskı. Lippincott Co., Philadelphia, 1975.
- 62 — Shovelton, D.S. : A study of deep carious dentin. *Int. Dent. J.*, **18** : 392, 1968.
- 63 — Shovelton, D.S. : A study of dentine and pulp in deep caries. *Int. Dent. J.*, **20** : 283, 1970.
- 64 — Solomons, C.C., Neuman, W.F. : On the mechanism of calcification: The remineralisation of dentine. *J.Biol. Chem.*, **235** : 2502, 1960.
- 65 — Sundström, B., Takuma, S., Nagai, N. : Ultrastructural aspects of human dentine decalcified with chromium sulfate. *Calcif. Tiss. Res.*, **4** : 305, 1970.

- 66 — Sundström, B. : Concepts of hard tissue mineralisation. «Histology of human tooth. Mjör, I.A., Pindborg, J.J., Munksgaard, Copenhagen, 1973» içinde.
- 67 — Symons, N.B.B. : Electronmicroscopic study of the tubules in human carious dentine. *Arch. Oral Biol.*, **15** : 239, 1970.
- 68 — Takuma, S., Kurahashi, Y. : Electronmicroscopy of various zone in a carious lesion in human dentine. *Arch. Oral Biol.*, **7** : 439, 1961.
- 69 — Takuma, S., Sunohara, H., Sekijuchi, K., Egawa, I. : Electronmicroscopy of carious lesions in human dentine. *Bull. Tokyo Dent. Coll.*, **8** : 143, 1967.
- 70 — Whitehead, F.J.H., Mc Gregor, A.B., Marsland, E.A. : Experimental studies of dental caries. II. The relationship of bacterial invasion of softening of the dentine in permanent and deciduous teeth. *Brit. Dent. J.*, **108**: 261, 1960.
- 71 — Zimmerman, R. : Klinische Ergebnisse der Karies-Profunda Therapie an der Bonner Klinik. Doktora Tezi, Bonn, 1972.