Diş Hastalıkları ve Tedavisi Ana Bilim Dalı

2015-2016 2.sınıf Ders Notları

DİŞ ÇÜRÜĞÜNÜN KİMYASI

Diş çürükleri, bakteri plakları içinde üretilen organik asitler sonucu oluşan irreversible madde kaybıdır. Yaşamı tehdit edecek ağrıya neden olmamalarına rağmen, pulpitis ağrıları önemlidir ve hastayı rahatsız edici boyuttadırlar. Diş çürüğünün neden olduğu problemler bir çok gelişmemiş yada gelişmekte olan ülkede önemli ekonomik yük oluştururlar. Bu nedenle çürüğün erken teşhis ve tedavisi son derece önemlidir.

Diş çürüğünü basit bir mineral kaybı olarak değerlendirmemek gereklidir. Oldukça kompleks bir olaydır. Bu kompleks olayı açıklayabilmek için diş çürüğünde rol oynayan kimyasal yapıları incelemek gerekir (Asit oluşumu - Reaksiyon ortamı - Diş yapısı).

Kimyasal bir reaksiyonda reaksiyona giren madde (asit), reaksiyon ortamı

ve şartları (plak sıvısı-diş) ile reaksiyon ürünü söz konusudur. Eğer kimyasal reaksiyonda geri dönüş söz konusu ise reaksiyon **reversible**, geri dönüş söz konusu değilse **irreversible**’dır.

Diş çürüğünde, ağız ortamında asit ile diş sert dokuları belli bir zaman süresince reaksiyona girmekte ve bunun sonucu başlangıçta reversıbl devamında ise irreversible bir reaksiyon olarak çürük oluşmaktadır. Mine ve dentinde inorganik yapı ***asitler*** yoluyla harap olurken organik yapı ***fermentler*** ile yıkılmaktadır.

Asitler ağız içerisinde şu nedenler ile oluşurlar :

**1)**Ağız bakterilerinin faaliyeti neticesi, karbonhidratların parçalanmasıyla,

**2)** Meslekleri dolayısıyla asitler ile devamlı teması olan kimseler (pil fab. çalışanları, laborant, kimyagerler…), hava kirliliğine bağlı olarak asitli hava solunması,

**3)** Asitli bazı içecekler …….

**4)** Hamilelik ve kronik alkolizisde sık kusma olaylarının yaşanması, reflü hastalığında mide öz suyununağza gelmesi, çiğnenerek alınan asit karakterdeki bazı ilaçlar….

Fermentler ise:

**1)** Kısmen ağız bakterilerince oluşturulurlar,

**2)** Kısmen diş sert dokularının kendinden, kısmen de dişeti ve tükürükten kaynaklanırlar.

**KARBONHİDRATLARIN ASİT OLUŞUMUNDAKİ ROLÜ**

Çürük de kimyasal reaksiyonun ilk kısmını oluşturan bileşik **organik asit l**erdir.Dietimizde başlıca üç tip besin yer alır. Bunlar proteinler, karbonhidratlar ve yağlardır. Bunların dışında mİneral tuzları,vitaminler ve eser elementler daha az oranda yer alırlar.

Ağız ortamında asit kaynağı karbonhidratlardır. Kentleşmedeki artış işlenmemiş şekerlerin doğal kaynaklardan rafine şekerlerle yer değiştirmesine neden olmuştur ki, bu da çürükte artışa neden olmuştur. Şeker tüketimi ile toplumlardaki çürük oluşumu arasındaki doğrusal ilişki çok sayıda çalışmada gösterilmiştir. Diğer karbonhidrat içeren besinlere göre nişastalı yiyecekler ve taze meyvelerin daha az kariyojenik etkileri rapor edilmiştir. Kapsamlı bir çiğneme gerektiren yiyecekler, tükürük salınımını uyarırlar ve bu yüzden düşük kariyojenik potansiyele sahiptirler. Elma ve havuç gibi lifli ve sıkı meyveler doğal diş fırçaları gibi diş yüzeyini temizlerler. Fermente olabilen karbonhidratların **xylitol, sakarin, sorbitol** ve **aspartam** gibi yapay tatlandırıcılar ileyer değiştirmesi çürüğün azaltılması için etkili bir şekilde kullanılır. Mikroorganizmalar bu tip tatlandırıcıları fermente edemezler ve asit oluşumu ya çok azdır yada asit oluşmaz. Ancak yapay tatlandırıcıların olası kanserojen etkilerinden ötürü uzun süre kullanımları tavsiye edilmez. Meyve suları ve süt (şekerli) gibi içecekler oral kavitede o kadar uzun kalmadıkları için daha az karyojenik kabul edilirler. Asitli içeceklerin özellikle çocuklar tarafından tüketimi çürüğün en önemli sebebidir ve kesin olarak önüne geçilmelidir.

**KARBONHİDRATLARIN SINIFLAMASI:** Karbonhidratların çürük oluşturma özellikleri birbirlerinden farklıdır. Bunda karbonhidratiın tipi önemlidir.

**1-Monosakkaritler**; Glikoz (Dekstroz), Fruktoz(Levüloz), Galaktoz…..

Üzüm şekeri olarak da bilinen glikoz, meyve şekeri olarak bilinen fruktoz gibi monosakkaritler yani basit şekerler molekül yapıları küçük olduğu için bakteri plağı içine girebilmekte ve asidojen mikroorganizmalar tarafından organik asitlere parçalanıp çürük olayını başlatabilmektedirler.

**2-Di-sakkaritler**; Maltoz,Sukroz(Sakaroz),Laktoz…..

Di sakkaritler bakteriler tarafından direkt kullanılmazlar.

Çay şekeri olarak bilinen sukroz, süt şekeri olarak bilinen laktoz ve malt şekeri olarak bilinen maltoz gibi disakkaritler önce monosakkaritlere buradan da organik asitlere dönüşebilirler, ancak bu asit ortam eğer diş yüzeyinde plak teşekkül etmemişse tükürüğün yapısında bulunan bikarbonat ve fosfatların tamponlayıcı etkisi ile nötralize edilir ve çürük oluşmaz.

Ağızda di-sakkaritleri mono-sakkaritlere çevirecek enzimlerde her zaman bulunmazlar.Olduğunda ise aşagıda örnekleri verildiği gibi gerçekleşir.

**1 maltoz ------------------- = 2 glikoz(maltaz enzimi varlığında)**

**1 sukroz------------------- = 1 glikoz + 1 fruktoz ( β-fruktozidaz yada α-lukozidaz enzimi varlığında)**

**3-Poli-sakkaritler**; Nişasta,Dekstrin..

Nişasta unlu gıdaların ana maddelerinden birisidir. Daha büyük yani makromoleküler yapıdaki bu polisakkaritler yapıları nedeniyle bakteri plağına giremezler ayrıca bunları parçalayacak enzimler de ağızda her zaman yoktur. Mikroorganizmalar sadece mono ve disakkaritleri parçalayabilecek enzim üretebilirler. Ağızda nişastayı sadece parotis tükürük bezinden salgılayan ***amilaz*** parçalayabilir. Amilaz yardımıyla nişasta dextrine, dextrin maltoza, maltozda monosakkaritlere dönüşebilir. Pratik olarak bu çok uzun bir zaman ister. Halbuki genelde polisakaritler yemek yeme esnasında fazla parçalanmadan yutulurlar. Zaten amilaz çok az salgılanır ve nişastayı tümüyle parçalayamaz, ancak besin maddeleri fazla yapışkan olup, ağızda uzun süre kalırsa bunların kolay birikebileceği interdental aralıklar, fissür dipleri, dişeti cebi benzeri gibi temizlenemeyen bölgelerde çürük oluşabilir.

***Karbonhidratların çürük yapıcı özelliklerini etkileyen faktörler şunlardır:***

**1.** Alınan karbonhidratın türü karyojenik etkiyi değiştirebilmektedir. Örneğin şekerlerden sukroz, fruktoz ve glilozdan daha karyojeniktir. Yine eğer fruktoz, glikoz veya sukroz aynı besin maddesinde bulunuyorsa tek başlarına bulunmalarından daha fazla karyojenik etki gösterebilirler.

**2.** Alınan karbonhidratın fiziksel özellikleri karyojenik etkiyi değiştirebilir. Şekerin ağızda az yada uzun süre kalması, sert olması, yapışkan olması, kolay veya zor çözünür olması, likit halinde olup olmaması karyojeniteyi değiştirir.

**3.** Normal öğünlerin dışında alınan karbonhidratlar daha çok çürük yapıcı etki gösterirler. Çünkü normal öğünlerde tükürük salgısı daha fazladır ve çiğneme sayısı daha fazla olduğundan mekanik temizliğe katkı sağlamaktadır.

**4.** Karbonhidratların dışında bireysel faktörlerde karbonhidratların çürük oluşturma hızı ve şiddetini etkiler. Tükürük miktarı, akış hızı, dişin anatomik formu gibi……( Tükürüğün bazı hastalıklarda azalması önemlidir)

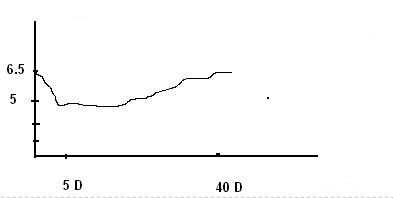
**SUKROZUN (Sakkaroz) daha fazla çürük yapıcı özelliği nereden gelmektedir :**

**1.**En önemli neden en fazla kullanılan karbonhidrat olmasıdır (toz şeker).

**2**. Bunun yanı sıra, plakta özellikle S. Sangius ve S. Mutans tarafından yapılan bazı enzimler yalnız sukroz’a çok etkili olduğu halde fruktoz, glukoz, laktoz ve maltoza etki edemezler. Böylece sukroz; glukan ve fruktoza parçalanır. Fruktozdan da diğer mikroorganizmalar organik asit oluşturur.

**3**.Sukroz’un en önemli diğer özelliği ise glikoz türevi olan glukan’ın kaynağı olmasıdır. Glukan hidroksiapatite adsorbe edilebilir. Glukanların bir coğu yapışkandır ve erimez. Bu özellik onları bakterilere karşı daha dayanıklı yapar. Glukanlar ağız bakterilerinin özel türlerinin birikimine sebep olurlar ve hidroksi-apatite adsorbe edilebilirler, özellikle S. Mutans extrasellüler glukanlar tarafından aglütine edilir ve yığılır. Ayrıca Actinomices viscosus ve S. Sangius ‘un birikimini kolaylaştırır.

Böylece sukroz plakta var olduğu sürece asit oluşur ve bunun sonucunda diş çürür. Stephan 1940 yılında ön dişlerin düz yüzeyleri üzerine ,plak içerisine elektrotlar yerleştirerek glukoz solüsyonu ile ağzın çalkalanmasından sonra 2-4 dakika içerisinde pH ‘ın 6.5 den 5’e düştüğünü ,40 dakika sonra ise yavaş şekilde başlangıç pH değerine ulaştığını göstermiştir. Bu sonuç mikroorganizmaların karbonhidratlardan nekadar hızlı sürede asit oluşturabildiklerini göstermektedir.



(Stephan Eğrisi)

**Sukrozun biyofilm oluşmasındaki rolü:**

Sukroz fermente olabilmesi yanısıra extrasellüler (EPS) ve intrasellüler polisakkarit (IPS) oluşumuna hizmet etmesi açısından en kariyojenik karbonhidrattır.

EPS başlıca çözülmeyen glukanlar olup, diş yüzeyine bakterilerin bağlanmasına neden olur ve biofilm tabakasının struktürel yapısına katkıda bulunur. Biofilmin pörözitesine ve şekerin daha derin tabakalara diffüzyonuna izin verir ve mikrobiyel katabolizm ile plak ph’ı düşer. Bu sukroz tarafından oluşturulan EPS’nin biofilm oluşumunda kritik virülansın gösterir. Sukrozun dental biofilm deki kalsiyum, flor ve in organik fosfor konsantasyonunun azalttığı çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur. Ki bu ionlar mine ve oral çevre arasındaki mineral eşitliğini sürdürmede çok önemlidirler. Düşük PH ve bu ionların konsantrasyonu DE ve RE mineralizasyonda önemlidir. İonların azalması biofilmin çürük potansiyelini arttırır.

**Sukrozun biyofilm tabakasındaki inorganik konsantrasyonu nasıl azallttığına dair bazı hipotetezler vardır.**

1. Sürekli düşük Ph konsantrasyonu biyofilm tabakasındaki mineral rezervuarını çözer,
2. Mine bu ionları biofilm sıvısından kendine alır,
3. Sukroz fermentasyonu ile oluşan düşük Ph konsantrasyonu bakteriyel hücre duvarlarındaki ion rezervuarlarını salar,
4. Yüksek çözülmeyen EPS içeriği nedeni ile düşük bakteriyel yogunluk bu ionların daha az bağlanmasına neden olur.
5. Spesifik ion bağlayıcı proteinlerin düşük konsantrasyonu sukroz varlığında şekillenmiş fiofilmin daha düşük mineral rezarvuarı ile sonuçlanır.

 Yiyecekler ya karyojeniktir (çürük yapıcı) ya da non karyojeniktir. Bu ayırımı yapabilmek için İsviçre’de geliştirilen bir standartdan yararlanılır. Buna göre ağıza alındıktan 30 dakika sonra ağız pH ‘ını 5.7 ‘den aşağı düşürmeyen gıdalar non karyojenik (çürük yapmayan) olarak kabul edilirler.

Ana besin grubunda yer alan **yağlar** yağ asitlerinin esterleridir. Plakta bulunan esteraz fermenti ile yağ asitleri açıga çıkar ve plakta bulunan Ca ve Mg ile tuzları oluştururlar. Çürüğe etki etmezler ancak besin maddelerine kazandırdıkları kayganlık ile yapışma oranı azalır.

**Proteinler** ise amino asit ve üreye çevrilerek son ürün olarak amonyak ortaya çıkar. Amonyak ise suda kolayca erir ve amonyum hidroksite çevrilir, çürüğe karşı avantajlı bir durum sağlar.

**MİKROORGANİZMALARIN ÇÜRÜK OLUŞUMUNDAKİ ROLÜ:**

Çürük oluşumunda incelenen 3 ana faktörden (karbonhidrat, mikroorganizma, diş dokusunun kendisi) birisidirler. Pek çok mikroorganizma çürük oluşumunda rol alır. İnsan diş plağında yaklaşık olarak 200–300 tür mikroorganizma bulunmaktadır. Çürük oluşumu ile ilgili mikroorganizma faaliyetleri şöyle özetlenebilir:

**1**. Deneysel koşullarda yapılan hayvan deneylerinde, steril ortamda doğup büyüyenlerde çürük görülmemiştir.

**2.** Antibiyotik ve spesifik ilaçların kullanımı (örneğin bazı gargaralar) ile çürük sıklığı ve şiddetinde azalma saptanmıştır.

**3**. Dişler sürmeden çürük oluşmaz,ancak ağız boşluğu ile temasta iken çürük oluşur.

**4**. Deneysel ortamda ağız içi şartları oluşturulursa çürük oluşur (yapay çürük).

**5**.Çürük mine ve dentin de spesifik mikroorganizmalar saptanmıştır (streptokoklar, laktobasilluslar, aktinomiyçesler).

**6** .Tek bir türden mikroorganizmanın da çürük oluşturabildiği,

**7.** Ağız florasında mevcut tüm mikroorganizmaların çürük oluşturmadığı,

**8**.Çürüğün lokalizasyonuna göre çürük mikroorganizmalarının tipinin değişebildiği,

**9**.Bazı mikroorganizmaların kısmi çürük yaptığı gözlenmiştir.

Başlıca çürük yapıcı mikroorganizma grupları şunlardır:

**Streptokoklar, Laktobasilluslar, Aktinomiçesler**

**Oral streptokoklar 3 ana grupta toplanır:**

Mutans grubu ( Mutans, Sobrinus)

Mitis grubu (Mitis=Oralis, Sanguis, Gordonii)

Salivarius grubu (Salivarius, Vestibularis)

Araştırmalar oral kavitenin asit üretimi ve yüksek asit toleransı ile kompleks bir ekosistem olduğunu göstermiştir. Karbonhidratların asidojenik oral mikroorganizmalar tarafından fermantasyonu, diş çürüklerinin oluşumunda ana faktördür. Mine ve dentinin asit oluşturan mikroorganizmalar tarafından çözünmesi, çürük lezyonunun oluşmasının nedenidir. Plakda asit toleransına sahip başlıca bakteriler; ***Streptokoklar*** dır ki ilk defa 1924 yılında çürük dentinde izole edilmiştir. Yüksek derecede asidojenik olmaları ve mine-dentin gibi sert dokuları parçalayabilen kısa zincirli karboksilik asit oluşturabilmelerinden dolayı **S.mutanslar** en kariyojenik (çürük yapıcı) patojenlerdir. Ayrıca bu bakteriler, pelikıl oluşumunu teşvik eden ve mikroorganizmaların diş yüzeyine bağlanmalarını arttıran, çözülmeyen hücre dışı polisakkaritleri üretirler ve sukrozu fermente ederler. ilk keşfedildiğinde bu mikroorganizma kimsenin dikkatini çekmemiş 1960’larda ise neredeyse yeniden keşfedilmiştir. Diş çürüklerinin en etkili mikroorganizması olduğu için çürük aşı çalışmalarının da ana konusunu oluşturmuştur.

Enfeksiyon ve kolonizasyon için ilk adım bakterilerin konak hücreye bağlanmasıdır. S.mutans’ın diş yüzeyine ilk bağlanması mikroorganizmanın hücre yüzey proteini ile gerçekleşmektedir. S.mutans’ın hücre yüzeyinde bulunan protein (PAC, antijen I/II, P1 ve Spa P1 gibi değişik isimlerle tanımlanmıştır) 120-180 kDa (kilodalton) ağırlığındadır. Bu protein yalnızca bakterinin diş yüzeyine bağlanmasını sağlamaz, aynı zamanda ileri bağlanma için yüzey oluşturur. Güncel çalışmalar bu proteinlerin baskılanmasının S.mutans’ın virulansını azalttığını göstermiştir.

S.mutans suda çözülen ve/veya çözülemeyen glukanları sentez edebilmek için sukrozu metabolize eder. Reaksiyonlar glikosiltransferazın üç izo-enzimi ile katalize edilir.

**Sukroz + (1,6-&-D-glukosil) n 🡪 D-fruktoz + (1,6-&-D-glukosil) n+1**

Glukanın yapışkan özelliği bakterinin dişe adezyonunu kolaylaştırıp, çiğneme, yutma gibi normal mekanik kuvvetler tarafından ayrılmasına direnç gösterir. Aynı zamanda S.mutans 3 glukan bağlayıcı protein üretir. Sukroza bağlı yapışmaya aracılık etmesinde bu proteinlerin rolü saptanmıştır. S.mutans oral kavitede hayatta kalabilmek için asit üretebilmesi yanısıra bu asidi tolere edebilmelidir. S.mutans başlıca **laktik asit** üreten bakteridir, ama karbonhidrat sınırlı olduğunda aynı zamanda **format, asetat** ve **ethanol** üretir. Glikoz alımından sonra birkaç dakika içerisinde oral kavitede pH ciddi bir şekilde 7’nin altına düşer. Bu, bakterinin asidojenik olduğunu gösterir. Glikoz ve sukroz için oldukça etkili olan fosfo-transferaz sistemi buna aracılık eder.

Diş örneklerinden yaygın olarak izole edilen diğer bir streptokok türü **S.sobrinus’tur**. S.mutans, S.sobrinustan daha karyojeniktir. Çünkü S.mutans’ın özel hücre yüzey proteinleri dişe bağlanırken S.sobrinus’un benzer proteinleri eksiktir. Yinede bu iki türün birlikte görülmesi, oral çevrenin çürüğe daha yatkın olmasına sebep olur.

**St. Mitis** son yıllarda St. Oralis olarak da isimlendirilmektedir. Sukrozdan ekstra sellüler karbonhidrat üretiminde bulunurlar.Ayrıca plakta intra sellüler karbonhidratların oluşumunda erkilidirler.Sonuçta dış kaynakıl karbonhidrat olmadığında dahi asit üretimi gözlenir.

**St. Sanguis** baskın gruplardandır, fissür çürüklerinde daha etkindir.Düz yüzeylerde etkin değildir.

**St. Salivarius** doğumdan sonra ağızda ilk izole edilen mikroorganizmadır. Çürük yapıcı etkisi Mutanslardan daha düşüktür. Yinede ekstra sellüler karbonhidrat üretiminde bulunurlar.

**St. Vestibularis** ekstra sellüler karbonhidrat üretiminde bulunamazlar, ancak üre ve hidrojen peroksit üretim sistemlerinde yer alırlar.

***İntrasellüler polisakkaritler:***

Ekstrasellüler glikoz ve sukrozun varlığında S.mutans polisakkarit benzeri intrasellüler glikojeni (ISP) sentezler. Bunlar glikoz polimerleridirler. ISP’nin sentezi ekstrasellüler karbonhidrat konsantrasyonu (glikoz veya sukroz) ile doğru orantılıdır. Bu metabolizma, bakterinin eksternal yiyecek kaynağı olmadığı zaman, organik asitlere maruz kalınma süresini uzatarak çürük gelişimini teşvik eder.

***Diğer çürük yapıcı mikroorganizmalar:***

***Laktobasilluslar: Gram + sporsuz ve genelde aerobik şartlarda gelişen basil türü mikroorganizmalardır.*** Yıllarca Laktobasillusların çürük yapıcı olduğu düşünüldü, ancak daha sonraları plaktaki oranlarının 1/1000 olması çürükte ikincil olarak önemli olduklarını ortaya koydu. Çürük başlangıç lezyonlarında değil, derin dentin çürüklerinde gözlenirler. Bununla birlikte St. Mutans gibi asdürik ve asidojenik yapıya sahiptirler. Ancak diş yüzeylerine bağlanma aktiviteleri düşüktür .Dişşiz ve çürüksüz ağızlarda görülme sıklığı düşüktür.

L. Casei, L.Acidophilus, L.Fermentum diş çürüğü açısından önemli Lactobasil tipleridir.

***Aktinomiçesler : Gram +, hareketsiz ve sporsuz, filament ve basil türü mikroorganizmalardır.*** Plakta ve nekrotik çürük dentinde yer alan yer alan, plak yapıcı mikroorganizmalardır. *A. Israelii, A. Meyeri, A.odontolyticus (anaerobik) A.naeslundii ve A.viscosus ( Fakültatif anaerobik)* etkilidirler *.* Glikozu fermente ederek laktik-asetik-süksinik ve formik asit üretirler. Subgingival plakta ve kök çürükleri ile periodontal hastalıklardaki etken mikroorganizmalar olarak düşünülürler.

Bu sayılan başlıca 3 tür mikroorganizma grubu dışında **Neisseria, Bakteriosides, Clostridium, Eubakterium, Propionibakterium** ve **Rothia** gibi mikroorganizmalarda asidojenik potensiyale sahiptir.

Kimyasal reaksiyonun ilk bileşimi olan **ASİTİN** oluşumu mikroorganizma ve karbonhidrat ile gerçekleştikten sonra , reaksiyonun gerçekleşmesi için ikinci şart **REAKSİYON ORTAMI VE REAKSİYON ŞARTLARI’**dır**.**

Bu ortam dişin üzerini çevreleyen bakteri plağı ile diş arasında kalan ortamdır. Bu ortamda ve sıvı kanalları ve plak sıvısı mevcuttur. Temiz bir dişin dış yüzü gliko- protein yapıda bir matrix olan pelikıl ile örtülüdür. Mikroorganizmalar, gıda artıkları ağızdaki epitel hücresi artıkları gibi sonradan üzerine çökelen yapılar ile yeni bir yapı oluşur ki buna plak denir. Bu yapı selektif geçirgenlik gösterir (Selektif permabilite). Tükürük içerisinde yine ağza giren gıda su hava kökenli ve tükürük kökenli bir takım iyonlar vardır. Pelikılın seçici geçirgenlik özelliği sayesinde Ca, P, Flor, Mg gibi bazı iyonlar plak sıvısına geçebilirler. Bu iyonlar çürük kimyasında rol alırlar. Bunlardan özellikle Flor ‘’çürük etyolojisi’’konusu anlatılırken üzerinde durulduğu gibi son derece önemlidir.

 (diş plağı)

Kimyasal reaksiyona taraf olan son bileşen ise **DİŞİN KENDİSİ’**dir**.** Minenin kimyasal yapısının % 96 ‘sını inorganik bileşenler, % 2 ‘sini organik bileşenler % 2’ sini de su oluşturur. İnorganik yapıyı kalsiyum fosfatın tuzu olan kalsiyum hidroksiapatit oluşturur. Bu yapı gerek biyojenik gerekse jeo kimyasal olarak bir çok iyonu ***izomorfoz***  değişim yoluyla içerebilir.

***İzomorfoz :*** Atom yada molekül yarı çapı birbirine yakın olan iki iyonun yer değiştirmesi demektir. Örneğin Uranyumun yarı çapı 97 pm Kalsiyumun yarı çapı 99 pm dir. Kuramsal olarak bu iki iyonun yer değiştirebilmesi gerekir. Gerçektende bazı çalışmalarda apatit yapıda %0.01 oranında Uranyum bulunmuştur. Doğada Ca yerine geçebilen diğer elementler Mangan, Kurşun, Selenyum, Tanyum ve Stronsiyum’dur. Bu değişimler çok küçük serbest gruplar arasında gerçekleşir. Yinede önemlidir.Örneğim kalsiyum ile selenyumun yer değiştirmesi çürük üzerine oldukça etkilidir.

Bizim açımızdan en önemli değişim ise hidroksil grubu ile Halojenler arasında gerçekleşir. Hidroksil grubunun yarı çapı 70 pm dir. Halojenlerden buna en yakın olan 68 pm yarı çapında olan Flor dur. Bu iki iyon yer değiştirir ise minenin fiziksel özellikleri de değişir. Örneğin Hidroksi apatitin erirlik katsayısı 1.6 x 10 **- 56** iken florapatitin erirlik katsayısı 3.98 x 10 **- 51**  dir. Buda asitlere karşı fluorapatitin yani minenin daha dirençli olması demektir.