

DOĞANIN LABORATUVARLARI

Prof. Dr. Arif AKMAN

Doğada o kadar karışık ve akıl almaz kimyasal - fizyolojik ve biyolojik olaylar ve reaksiyonlar olmaktadır ki, bu uzay çağında dahî bu olayları insan oğlunun hiç bir laboratuvarı başarmak ve oluşturmak yeteneğinde değildir ve belki de hiç bir zaman olmayacaktır.

Bunlara küçük bir örnek olarak, bilim dilinde "Fotosentez" ya da "Asimilasyon" denilen olayı ele alalım:

Asimilasyonda, doğada bitmez tükenmez olan iki basit maddeden, yani su ile karbon dioksitten, bitkilerin yapraklarındaki yeşil renk maddesinin, yani klorofilin, etkisi altında ve güneş enerjisinin yardımı ile karbon hidrat (şeker) oluşur. Olayın akışı sırasında su ile karbon dioksidin birleşmesi ile ilk ürün olarak *formaldehid*, ikinci basamakta ise, *formaldehidin* polimerize olmasıyla *heksoz* (şeker) meydana gelmiş olur. Bu biyokimyasal olay, genel olarak yukarıda açıklandığı biçimde anlatılmakta ise de, son araştırmalara göre, akıllara durgunluk veren bu olayın bu şema altında açıklanmasının kolay olmadığı anlaşılmıştır ve bugün de bilim adamları asimilasyonun daha açık bir biçimde açıklanması ve aydınlanması için çalışmaktadırlar (1).

Gerçekten su ve karbon dioksit gibi 2 basit maddenin yapraklardaki laboratuvarlarda nasıl sihirli bir beceri ile, 6 karbonlu yüksek molekülü bir organik maddeye dönüşmesi akıllara durgunluk veren bir olay olsa gerektir.

Klorofilli bitkilerde olan bu çok önemli asimilasyon olayında dikkati çeken bir nokta da, olayda oksijenin serbest kalması, yani atmosfere sürekli olarak taze oksijenin verilmesidir ki, bunun da yaşayan varlıklar için ne kadar hayati bir önem taşıdığını belirtmeye gerek yoktur.

Tahminlere göre asimilasyonda havanın karbon dioksidinden yılda 150 - 200 milyar ton karbon, asimilasyonla karbon hidrat ve benzerlerine harcanmakta olup bunun için de, $3 \cdot 10^{21}$ kalorilik bir enerjiye ihtiyaç görülür (2) ki, bunu da güneş ışınları sağlamış olur.

Asimilasyon yapan klorofilli bitkiler 1 saat içinde solunum ile harcanan miktardan 5 - 10 kat

fazla asimilasyon ürünü üretirler ve bunun böyle olması da gerekir. Zira, geceleri ve kış mevsiminde, aynı zamanda bitkinin yeşil olmayan kısımlarında solunum sürüp gittiği için doğa bunu dikkate alarak ve miras yediler gibi davranmayarak çok tutumlu ve ihtiyatlı bir düzen kurmuştur. Doğanın bu düzen ve nizamına hayret etmemek mümkün değil!

Hesaplanmıştır ki, asimilasyon sırasında 1 metre kare yeşil yaprak düzeyi 1 saat içinde 0.5 kilo nişasta yapmakta olup bunun için de 4.000 litre havadaki karbon dioksit ihtiyacı görülür (3). 4.000 litre havada ise yaklaşık 12 litre karbon dioksit bulunmaktadır.

Asimilasyonda karbon dioksit, mesameler yoluyla yaprakların yapısına girer ve buradan difüzyon ile yaprakların klorofilli hücrelerine geçer. Burada karbon dioksit, köklerden gelen su ile birleşerek yukarıda açıklanan biçimde şeker oluşur.

Doğa çeşitliliği sever. Bunun en güzel örneği, çiçeklerdeki renk zenginliği olup ne kadar çok renk vardır ve bu renkler, tek renkten başlayarak bir çok renklere oluşan renk senfonisi her gün gözümüzün önüne serilmektedir ve öyle ki doğada bu renkler arasında şaşılacak bir uyum göze çarpar, hiç bir çığ ve göze hoş görünmeyecek bir renk kompozisyonu görülmez! Çiçeklerin büyüklükleri de, örneğin mine çiçeği gibi minicikten başlayıp çeşitli büyüklükte dirler. Singapur'un botanik bahçesindeki bir bitkinin çiçeği yaklaşık bir metre çapında ve bu bitkinin adı da *Rafflesia* imiş (4).

Bitkilerde oluşan şekerler de böyle çeşitlidir. Örneğin üzümde glükoz ve früktoz şekerleri (olgun üzümde her iki şeker aynı oranda = invert şeker); öteki hemen bütün meyvelerde ise bu iki şekerden başka sakaroz bulunur.

Asimilasyon ürünü glükozun polimerize olmasıyla nişasta ve bundan da *selüloz* oluştuğu gibi, yine şekerden yağlar, proteinler ve organik asit olarak malik asit, tatarik asit, sitrik asit, oksalik asit, tanan v.b. asitler meydana gelir. Şu

halde asimilasyon ürünü olan şeker, bu sayılan organik maddelerin de yapı taşıdır.

Bitkilerde anorganik maddelerin oluşması ise; nitrojen, fosfor, kükürt v.b. elementlerin asimilasyonu ile olur ki, bu olayda da bitkilerin kökler vasıtasıyla topraktan aldıkları nitrat, fosfat ve sülfat gibi tuzlar kullanılır. Bu işleri başarmak da bir kimyacı, bir fizikçi ya da bir biyolog ve fizyologun harcı değildir.

Yukarıda şekerin polimerize olmasıyla nişasta ve sellüloz oluşur demiştik. Bunların her ikisi de bitkilerin depo ve ihtiyat maddesidir. Besin maddesi olarak çok harcadığımız tahıllardan örneğin buğdayın bileşiminin en büyük kısmını nişasta teşkil etmekle birlikte aynı zamanda protein, yağ, madensel maddelerle önemi büyük olan vitaminler de bulunmaktadır. Şu halde ekmekte hemen hemen insanın gereksindiği bütün besin maddeleri bulunmaktadır. Fakat gariptir ki bizde, özellikle şehir halkı nedense düşük randımanlı beyaz ekmeği tercih etmektedir. Oysa en yararlı ekmeğin, tam randımanlı ekmeğin, yani siyah ekmeğindir.

Sellüloz ise doğada en yaygın olan bir asimilasyon ürünüdür, hatta o kadar ki, doğada yılda 100 milyar ton sellülozun oluştuğu tahmin ediliyor (1). Bu akıllara durgunluk veren üretme gücü ile birlikte, bir de doğanın çok akıllıca başka düzen ve yöntemleri vardır. Bu düzen ve yöntemler sayesinde doğa, üretmiş olduğu 100 milyar tonluk sellüloz ürününden doğada herhangi bir artı kalmaz. Böyle olmamış olsaydı dünya yaşanmaz duruma gelmiş bulunurdu.

Şöyle ki; bir kez bir çok canlılar, sindirim organlarındaki bir anzim, yani sellüloz anzimi sayesinde sellülozu sindirmek yeteneğindedirler. Bu anzim yalnız mikroorganizmalarda bulunmakla birlikte istisna olarak aynı zamanda geviş getiren hayvanların midelerinde de vardır.

Ancak bütün sellüloz yem olarak kullanılmaz, ama doğa bunun da çaresini bulmuştur. Şöyle ki, toprakta bulunan bazı bakteriler, sellüloz molekülünün kısa zamanda daha küçük moleküllere ayırarak nihayet humus gibi çok yararlı maddeyi oluştururlar. Böylece ormanlarla, tarlalarda ve şurada buradaki sellüloz döküntü ve artıkları yararlı bir duruma getirilmiş bulunur.

Doğanın makromoleküllü ve tipik bir maddesi olan sellüloz, yine yüksek moleküllü bir madde olan *Lignin* ile bir karışım halindedir ki, bu karışım odunun esas maddesini teşkil eder. *Lignin*, adeta zambak gibi yapıştırıcı bir görev yapmakta olup, bu karışımın oluşmuş bir sellüloz demeti sıkı, daha doğrusu sert ve katı olmakla birlikte aynı zamanda esnektir. Bu

itibarla ağaçlar kuvvetli rüzgâr ve fırtınalarda iki tarafa adeta secde eder gibi eğilip büküldüğü zaman insan ha şimdi kırıldı kırılacak derken kırılmazlar.

Yukarıda kısaca açıklanan asimilasyon olayları çok hücreli ve klorofilli bitkilerde olmaktadır. Ya *tek hücreli yaratıklar*? Bu tek hücreli yaratıkların başardıkları işler, daha da şaşırtıcı ve hayret vericidir; örneğin mikropları, daha bilimsel bir deyimle *mikroorganizmaları* ele alalım. Bu münasebetle burada şu noktaya işaret etmek yerinde olur ki, halk dilinde mikrop denince bunların hepsinin hastalık yaptıkları sanılır. Oysa mikroorganizmaların büyük bir çoğunluğu zararsız olmakla kalmazlar, bunların bir çokları yararlıdır.

Bunlardan örnek olarak; etilalkol fermentasyonu yapan bir maya hücreşini (*Saccharomyces cerevisae*) ele alalım: Bu tek hücreli maya, her işini kendisi görür, bu hücre bilindiği gibi mikroskopiktir, yani ancak mikroskop altında görülebilir, büyüklüğü yaklaşık 10 mikron kadardır. Yani 100.000 adet maya hücresini yanyana getirdiğimiz zaman ancak bir metre uzunluk yapar.

Bu tek hücreli mayada çoğalmayı ve çok karışık biyokimyasal olayları başaracak bütün organlar bulunmaktadır ve o kadar ki, ortam elverişli olduğu takdirde 12 - 24 saat içinde milyonlarca yeni hücre yapıp ondan sonra fermentasyona başlar.

Maya hem solunum, yani şekeri yakarak, hem de fermentasyonla, yani intermoleküler olarak kendine gerekli enerjini sağlar. Ancak solunumu çoğalma döneminde uygular, fakat çoğalmayı bitirince fermentasyonla enerji sağlamayı tercih eder. Mayanın fermentasyonu tercih etmesinin başlıca 3 nedeni vardır ve bu nedenler de çok dikkate değer: Maya hücreşinin solunumla enerji sağlaması halinde 1 molekül glükozdan 672 büyük kalori meydana gelir. Fermentasyonda ise yine 1 molekül glükozdan mayanın sağladığı enerji ancak 28 büyük kalordir. Buna rağmen maya fermentasyonu tercih eder. Zira maya yalnız solunumla enerji sağlama yoluna gittiği takdirde serbest kalan 672 büyük kalori enerji, çalıştığı ortamı o kadar ısıtmış olur ki; mayanın yaşamı tehlikeye girer, yani maya ölür.

Ancak, bu durumda mayanın kazandığı enerji çok az olduğundan maya büyük ölçüde şeker molekülünün işlemek ve parçalamak zorunda kalır. Hatta o kadar ki yapılan hesaplara göre fermentasyonun en kuvvetli olduğu dönemde bir tek maya hücresi 1 saniye içinde 20 milyon glüköz molekülünü işlemiş bulunur (5).

Mayanın fermantasyonu tercih etmesinin ikinci nedeni, yaptığı alkolü rakiplerine karşı bir silâh olarak kullanmasıdır. Zira örneğin üzüm şirasında mayaya rakip bir çok mikroorganizma bulunmaktadırlar. Ama, bunların çoğu alkole karşı hassastırlar, yani alkol bunlara zehir etkisi yapar.

Nihayet üçüncü neden de fermantasyonda mayanın alkolle birlikte ürettiği karbon dioksitle ortamı bir karbon dioksit atmosferiyle doyummuş olmasındır. Bu karbon dioksit atmosferi de ortamdaki aerob, yani oksijen gereksindiren mikroorganizmaların gelişmesini önler, zira bu durumda ortamda oksijen bulunmaz. Oysa maya fermantasyon sırasında oksijensiz çalışır. Bunun içindir ki Pasteur fermantasyonu "Oksijensiz yaşam" olarak tanımlamıştır.

Şekerli fermantasyona uğratan mayanın yapısında bir çok anzim bulunmakta olup bu enzimler sayesinde maya şeker molekülünü basamak basamak ve çok düzenli bir biçimde akan reaksiyonlarla 6 karbonlu şeker molekülünü ilkin 3 karbonlu 2 triyoz molekülüne ayırır ve bu triyozlardan da bir sürü ara maddeler yaptıktan sonra nihayet etilalkol ile karbon dioksit oluşturur. Bu iki ana madde ile birlikte maya az bir miktar da gliserin ile asetik asit meydana getirir. Ayrıca da ortamdaki proteinlerden maya az miktarda süksünik asitle yüksek alkoller (Fuzel yağları) oluşturur. Bu işlemler sırasında her basamakta maya enzimlerinden bir anzim rol alır ve bu anzim işini bitirdikten sonra başka bir anzim reaksiyona girip böylece reaksiyon zinciri sürdürülerek tamamlanır.

Usta doğanın laboratuvarlarında daha nice akıl ermez biyokimyasal olaylar olagelmektedir! Örneğin yaşayan organizmada protein sentezi yapmak görevini üzerine almış bulunan bir madde vardır ki buna *Ribozum* adı verilir (1). Tek bir hücrede ise 25.000 - 30.000 Ribozum bulunabilmektedir. Uygun koşullarda bir tek Ribozum yaklaşık olarak 10 saniye içinde 350 aminoasitten oluşan bir protein zinciri oluşturmak yeteneğini gösterir ki, bunu hiç bir insan elinin başarmasına olanak yoktur.

Başka bir hayret veren örnek de protein biyosentezi denemeleri için kullanılan ve barsaklarda bulunan *Coli* (Koli) bakterisinin (Coli Escherichia) yaşadığı iştir. Bu bakteri çoğalması sırasında bölünmesi için (bilindiği gibi bakteriler bölünme ile çoğalırlar) yaklaşık 20 dakikalık bir zaman geçirir. Şayet bu çoğalma sırasında herhangi bir engel bulunmaz ve çoğalması için koşullar elverişli ise (ortamın ısısı, besin maddeleri, hacim v. b.) 24 saat içinde 27 hücre meydana

getirmiş olur ki, bu miktar bakteri hücresinin ağırlığı 20 milyon kilo tutar (1).

Mikroorganizmaların şaşılacak derecede üreme ve üretme yetenekleri yanında aynı zamanda organik maddeleri çözmedeki becerileri de o kadar büyüktür. Şayet mikroorganizmaların, organik maddeleri şaşılacak ölçüde çözme ve parçalama yetenekleri olmasaydı, doğa canlılar için yaşanacak bir ortam olmaktan çıkmış olur ve canlılar bu organik maddeler içinde boğulup giderlerdi! Zira o zaman yer yüzü ölü insan, hayvan ve bitki artıklarıyla kaplanmış, bunların bozulmasından, çürümesinden dolayı yer yüzü yaşanamaz duruma gelmiş bulunurdu.

Doğadaki mikroorganizmalar bu artıkları, yani ölü maddeleri çözerek, parçalayarak anorganik maddeler haline sokarlar ve böylece yer yüzünü bu artıklardan temizledikleri gibi toprağın da verimli olmasını sağlarlar. Doğada yaşam ve ölüm yanyana gider ve bunlar birbirine sıkı sıkıya bağlıdırlar. Bu itibarla mikroorganizmalar "*Doğanın mezarcuları*"dırlar (6).

Mikroorganizmaların oynadıkları roller, ancak mikrobiyolojinin gelişmesi ile açıklığa kavuşmuştur. Mikrobiyoloji bilimi ise tabii bilimler arasında en genç bir bilim dalı olup, ancak Hollandalı Leuwenhoek'un kendi yaptığı mikroskopla, gözle görülmeyen bu varlıkları görmesinden sonra mikrobiyoloji bilimi oluşmaya başlamıştır.

Mikroskop sayesinde ki Pasteur, Koch, Roux, Behring, Mentschikow v. b. bir çok bilim adamları, bilim dünyasında her biri birer çığır açan buluşlarını sağlamışlar, insan ve hayvanları kasıp kavuran salgınların nedenlerini, korunma ve tedavi çarelerini ortaya koymuşlardır.

Mikrobiyoloji biliminin gelişmesi sırasında bilim adamları arasında bir çok da çekişmeler ve tuhaf olaylar geçmiştir. Her buluşta olduğu gibi mikrobiyolojide de her buluş bir karşı görüşle karşılaşmıştır. Örneğin ünlü Alman bilgini Liebig ile yine ünlü bir kimyacı olan Alman Wöhler ve Koch ile Pettenkoffer arasındaki tartışmalar, tipik birer örnek olsa gerektir. Bu tartışma ve çekişmeler zamanın çok ciddi bilimsel dergilerinde ve çok da alaylı bir biçimde yer almışlardır.

Bu tartışmalardan en tuhaf ve ilginç olanı sanırım Koch ile Pettenkoffer arasında olanı olsa gerektir. Bilindiği gibi ünlü Alman hekim Koch, verem ve kolera basilleriyle bir çok hastalık mikroplarının bulucusudur. Pettenkoffer ise yine Alman ve sağlık biliminin kurucusu olarak tanılır. Kendisi Münih Üniversitesinde zamanın tıp fakültesi profesörüdür. Ama, kolera basilini bulan ve kolera âmilinin bu basil olduğunu