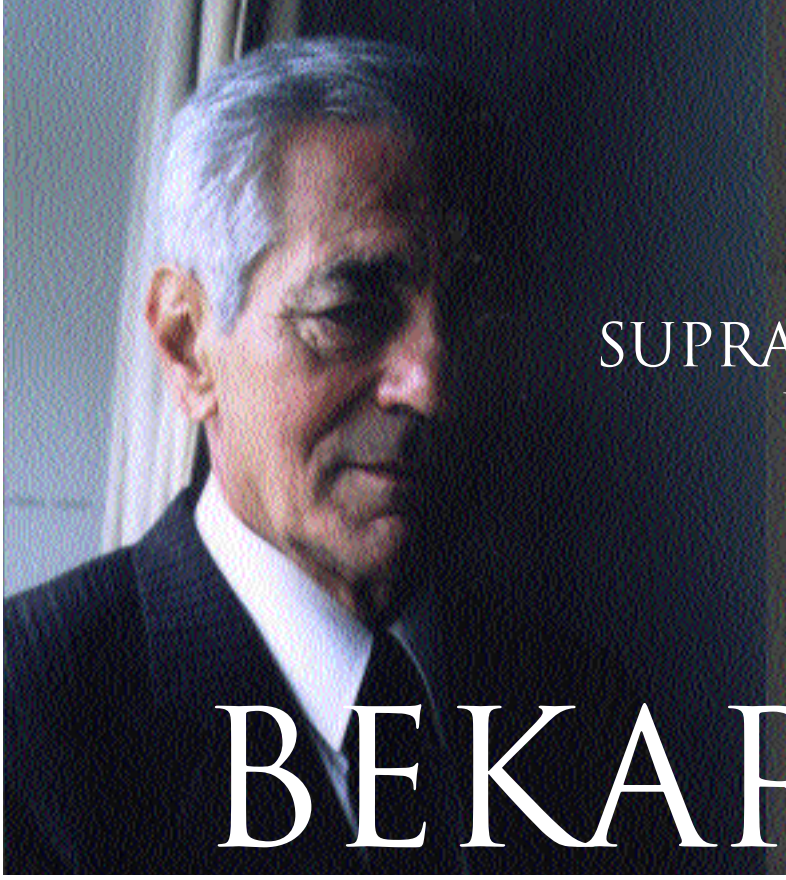
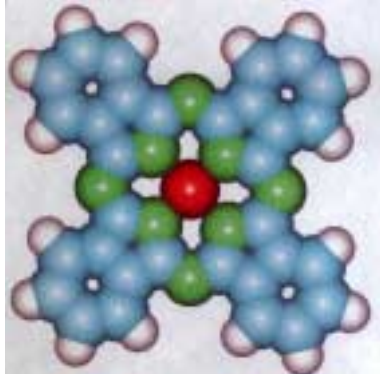




SUPRASÜPER MOLEKÜLLER VE BİR BİLİM ADAMI ÖZER BEKAROĞLU

G ü l g ü n A k b a b a

"İnsan hayalinin sonu yok; dolayısıyla kimyanın sonu yok. Hayalinizde yaşattığınız şekli çizin ve bana verin; ben de o hayalinizin sentezini yapıp size madde olarak iade edeyim. Çünkü kimya yaratıcılıktır. Hayaldir kimya. Önce kurarsın sonra da yaratırsın." Prof. Bekaroğlu'nu sıradışı özelliklere sahip maddeleri incelemeye yönelten, belki de sıradışı yaşamıydı. Makrohalkalar taşıyan koordinasyon bileşikler, onun bilimsel ça-



lışmalarının odak noktası oldu yıllar yılı. İki makromolekülü birleştirip yeni bir bileşik elde etmek ve bu yeni bileşiğin özelliklerini belirlemek için birçok araştırmaya imza attı. Kanser tedavisinden, elektronikteki uygulamalarına kadar çok geniş çerçevede kullanılan suprasüper moleküllerin yenilerini sentezleyen Prof. Bekaroğlu'nun çalışmaları uluslararası bilim ve teknoloji ortamında da ilgi gördü.

-Yıl 1907. Londra'da South Metropolitan Gas Company'de araştırmacı olan A. Braun ve J. Tcherniac, ftalimid ve aseptik anhidritten, yüksek sıcaklıkta o-siyanobenzamid ürettikleri bir anda çözünür olmayan mavi bir madde gözlemlerler.

-Yıl 1927. Londra'da, H. de Diesbach ve E. von der Wied, o-dibromobenzenle bakırsiyanürü tepkimeye sokup, benzenin nitrillerini yapmaya çalıştıkları bir anda mavi bir ürün elde ederler.

-Yıl 1928. Scottish Dyes şirketinin tesislerinde, ftalikanhidrit ve amonyak-

tan ftalimid üretildiği bir sırada tepkime ortamında mavi-yeşil bir maddenin ortaya çıktığı görülür. Anlaşılr ki bu madde, reaktörün cam astarında bulunan çatlaktan sızan ftalimidin, reaktörün demir gövdesiyle girdiği tepkime sonucu oluşmuştur.

Bütünüyle rastlantısal olarak ortaya çıkan bu madde sonradan "ftalosiyanın" olarak adlandırılır. Linstead'ın incelemeleri, ve Robertson'un x-ışını çalışmaları sonucu ftalosiyanın yapısı aydınlatılır. Ftalosiyanın, makrosiklik bir madde-

dir. Yapısı çok sağlam olan bu maddelerin renkleri koyu mavi ve koyu yeşildir. Şimdilerde, tükenmez kalemelerin mürekkeplerinde, fotokopi cihazlarında, fotoğrafçılıkta, bilgisayarlarda hafıza depolamada, deri kanserinin tedavisinde, tektilde, toksik olmaması nedeniyle gıda sanayiinde boya maddesi olarak ve daha birçok alanda kullanılan bu sentetik maddelerin ticari amaçla üretime girmesi 1934 yılında olur.

1960'lı yıllarda Charles John Pederesen, rastlantılar sonucu, değişik sayıda

oksijen ve etil gruplarından oluşan ve biçim olarak taca benzeyen "taçeterleri"ni sentezler. Taçeterleri de makrohal-kalar taşıyan koordinasyon bileşiklerindendir. "Crown eterler" olarak da anılan bu moleküller, Na⁺, K⁺ gibi iyonları koordine etme özelliğine sahiptir. Halka içerisindeki boşlukların büyüklüklerine bağlı olarak seçici bağlama yapabilmeleri, kimyasal açıdan çok önemlidir. Gösterdikleri benzersiz özellikleri nedeniyle taçeterler de kısa sürede kimya dünyasında adından söz ettirmeye başlar. Hatta taçeterler buluşundan ötürü Pedersen, 1987 yılının Nobel Ödülü'nü de alır.

İşte sıradışı özelliklere sahip bu iki maddenin, ftalosiyanin ve taç eterlerin birleştirilmesiyle elde edilecek makrosiklik bileşiğin nasıl bir özellik göstereceği düşüncesinden yola çıkan Prof. Bekaroğlu, 1981 yılında hayal ettiği maddenin tasarımını yapar; maddenin senteziniyse 1985 yılında gerçekleştirir. Prof. Bekaroğlu, sentezlediği bu maddeyi şöyle tanımlıyor: "Bir elma ve bir armutu birleştirip her ikisinin tadını veren bir lezzet elde ettim. Böylece bir maddenin baskın olan özelliğiyle öteki maddenin baskın özelliği birleşmiş oluyor. İki baskın özelliği birden elde etmiş oluyorsunuz."

Prof. Bekaroğlu'nun yaptığı çalışmayı anlayabilmek için ftalosiyaninin, yani ana maddenin bazı genel özelliklerini bilmek gerekiyor. Ftalosiyanin, kimyasal ve ısısal olarak çok kararlı bir madde olarak tanımlanır. Öyle ki 400 hatta 500 °C sıcaklık altında bile önemli bir bozunmaya uğramaz. Ftalosiyanin kolay çözünmeyen bir madde aynı zamanda. Bu, çok kararlı olması anlamına geliyor. Suda ya da alkolde çözünmüyor; ancak çok derişik (konsantre) ortamlarda, örneğin derişik sülfürik asitte çözünüyor. Bu durumu Prof. Bekaroğlu şöyle açıklıyor: "Yalnız kuvvetli oksitleyicilerin etkisiyle, makrohalka, ftalik asit ve ftalimide parçalanarak bozunur. Ftalosiyanin çözünür hale getirilmiş. Etrafındaki benzen halkalarına bazı gruplar eklemek yoluyla sağlanmış çözünürlüğü." Prof. Bekaroğlu da, ftalosiyaninin benzen halkalarına, hemen her ortamda çözünen taçeterleri bağlamış. Böylece, yeni bir biçim madde elde etmiş.

Prof. Bekaroğlu'nun elde ettiği bu madde, hem bilim dünyasında hem de ticari dünyada çok ilgi çeker. Çünkü, elde

edilen maddenin birtakım beklenmeyen özellikler taşıdığı belirlenir. Örneğin madde, sıvı kristal özelliği taşımaktadır.

Prof. Bekaroğlu daha sonraki çalışmalarında, bu maddelerin başka çeşitlerini yapar. Ftalosiyaninlerin benzen halkalarına yalnız taçeterleri değil, başka atomları içeren taçeter şeklindeki halkaları da sokar. Böylece çok değişik özellikleri olan maddeler ortaya çıkar. Bu maddeler, kullanılan metale bağlı olarak farklı özellikler göstermektedir. Örneğin, Prof. Bekaroğlu nadir toprak elementlerinden lutesyumu kullanarak elektrokromik etki gösteren madde elde eder. Bu, bir maddeden üç dört renk elde edilebilmesi anlamına gelir. Dolayısıyla "display" teknolojide, göstergelerde, panolardaki ilanlarda kullanılan madde ortaya çıkar. Prof. Bekaroğlu bu çalışmasıyla ilgili olarak 70'in üzerinde yayın yapar ve bu sayede çalışmaları dünyaca tanınır. Onun çalışmalarını, Hollanda, Japonya ve İspanya'dan grupların yaptıkları çalışmalar izler.

Elektrokromik etki gösteren bu tip maddelerden biri, bir Japon araştırmacı tarafından, bir makalede gösterilir. Örneğin, bu maddeyle bir gül yapılıp, gülün bütün renkleri aynı maddeyle elde edilir. Bu güle 1-2 voltluk bir elektrik potansiyeli uygulandığında, indir-



genme-yükseltgenme potansiyeliyle, iki iletken cam arasına konan ve daha önce çizimle hazırlanmış gül, renk değiştirmeye başlar. Mavi, yeşil, kırmızı renkte güller, tek bir gülden elde edilir. Prof. Bekaroğlu, "Bu renk değişimi, kullandığınız metalin cinsine göre değişiyor; örneğin lantan kullandığınızda, dört renk ortaya çıkıyor. Cam üzerine çizdiğiniz şekle bağlı olarak, gül kırmızı, zemin mavi, yapraklar yeşil olarak ortaya çıkıyor" diyor. Bu maddenin, çok ince bir film halinde kullanılabilmesinden dolayı, ilan panolarında

da rahatlıkla kullanılabileceğini söyleyen Prof. Bekaroğlu, teknolojinin ucuz olmasının da ayrı bir önem taşıdığını vurguluyor.

Kimya araştırmacılarının yanı sıra biyolog, fizikçi ve malzeme bilimcilerinin de ilgiyle kullandıkları bu bileşiklere; katalizör, nonlineer optik, sıvı kristal, fotodinamik terapi ve gaz algılayıcı (sensör) özellikleri gibi çeşitli özellikler kazandırıcı grupların takılması ve sentez yöntemlerinin belirlenmesi çalışmaları tüm dünyada çok önem kazanır.

İleri malzemeler olan ftalosiyanin, oksim ve çeşitli makrosiklik bileşikler çok değişik alanlarda kullanılır. Bu alanlar boyamadan, tepkime katalizlemeye, analize, kromatografik ayırma, nükleer kimyaya, fotodinamik terapiye, optik veri depolamaya kadar çok geniş bir yelpaze sunar. Ancak ülkemizde bu maddelerin özellikle sanayide değerlendirilmesi yeter düzeyde değil. Prof. Bekaroğlu da böyle düşünüyor: "Bu maddelerin aslında bilinmeyen daha pek çok özelliği var. Ancak ülkemizde, o incelemeyi yapabilecek ne teknoloji ne de sanayi var. Hatta sanayinin böyle bir talebi bile yok. Talep olmalı ki araştırmacılar araştırmada bulunsunlar. Almanya'da, Amerika'da bu araştırmalar yapılıyor; çünkü hem kullanıcıların hem de üreticilerin böyle bir talebi var o ülkelerde. Örneğin ülkemizde sobadan zehirlenme vakaları özellikle kış aylarında hemen hemen her gün duyduğumuz haberlerden. Oysa bu zehirlenmelerin önüne geçilebilir. Çünkü, zehirli gazlar için gaz algılayıcısı var. Bu algılayıcıyla bir odada zehirli gaz var mı, yok mu saptayabiliyorsunuz. Toksik maddeler bir milyonda belirli bir değere yükselttiğinde (belirli bir ppm'in üzerinde) algılayıcı alarm veriyor."

Prof. Bekaroğlu'nun üzerinde çalıştığı kimyasal maddeler, bu algılayıcıların üretiminde de kullanılıyor. Çünkü bu maddelerin bir diğer özelliği, bu tip gazları adsorbe edebilmeleri, yani toplayabilmeleri ve sonra iletken hale geçebilmeleri. İletken hale geçtiklerinde de bu maddeler, algılayıcının devresini kapatıp alarma geçmesini sağlıyor. Ancak bu basit elektronik sistem henüz ülkemizde üretilmiyor.

Bu maddelerin kanser tedavisinde de kullanımı söz konusu. Bilindiği gibi fototerapi uygulanan hastanın kendini uzun süre güneş ışınlarından koruması gereki-

yor. Fotodinamik terapi olarak da niteleyebileceğimiz bu kullanımda hasta güneş ışınına maruz kalmış olsa bile diğer hücrelerde bir hasar ortaya çıkmamakta. Bu da vücuda verilen "fotoalgılayıcı" maddenin vücutta yayılmasını önleyen izotiyosinyanat gruplar bulunduran yeni fotoalgılayıcı maddelerin sentezlenmesi sayesinde gerçekleşmiş. Uygulamaysa şöyle gerçekleşiyor: Özellikle deri kanserinde, kanser hücresine uygun olarak seçilen antikorun amin gruplarına bu maddeler bağlanıyor ve böylece fotoalgılayıcı antikora adresleniyor. Fotoalgılayıcı takılı antikor vücuda verildiğinde bütün vücuda ya da bölgeye

yayılmadan tümör hücrelerine toplanıyor. Bu bölgeye uygun dalga boylarında lazer ışını uygulandığında ortaya çıkan "singlet oksijen", ki bu çok aktif bir madde, kanserli hücreleri yok ediyor. Prof. Bekaroğlu'nun üzerinde çalışma yaptığı maddelerden biri bu konuda oldukça aktif özellik sergiliyor. İtalya'dan bir araştırmacı Prof. Bekaroğlu'ndan bu maddeyi kendisine göndermesini istemiş. Prof. Bekaroğlu bu konuda şunları söyledi: "Bu maddeyi göndereceğim. Madde, daha fazla singlet oksijen üretiyor. Bu da daha aktif olması anlamına geliyor. Dolayısıyla kanser tedavisinde etkili olabilecek bir madde bu."

Prof. Dr. Özer Bekaroğlu gibi dünyadaki birçok kimyacı, bu suprasüper moleküller üzerinde çalışmakta ve gelişmiş ülkelerde bu moleküller uygulamada da yerini almakta. Ancak Prof. Bekaroğlu, sonuç konusunda, yani çalışmalarının uygulamaya yansımaları konusunda ülkemizdeki ortamı yeterli görmüyor. Beklediğiye, yapılan bilimsel çalışmaların, dünyanın gelişmiş ülkelerinde olduğu gibi uygulamaya da yansımaları, kullanılabilir hale dönüşmesi ve bu teknolojilerin uzmanlık gerektirenlerinde, onları kullanabilecek uzman sayısının artması.

Yaşam Öyküsü

Yaşamının her anını bilim için savaşımalar içinde geçiren Prof. Dr. Özer Bekaroğlu 41 yıllık çalışma yaşamında değişik üniversitelerde 40 doktora öğrencisi yetiştirdi; uluslararası 35 bilimsel dergide 140'ı aşkın yayın yaptı, değişik ülkelerde 100'ün üzerinde tebliğler sundu; koordinasyon kimyası üzerine Türkiye'de ilk yayımlanan kitabı yazdı; Heidelberg Üniversitesi, Max Planck Enstitüsü, Berlin Teknik Üniversitesi ve Universitat Autònoma de Madrid'de, Japonya Johoku Üniversitesi Sendai'de misafir profesör olarak araştırmalarda bulunup, konferanslar verdi; İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Fakültesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Fen-Edebiyat Fakültesi dekanlıkları, Fen-Edebiyat Fakültesi Anorganik Kimya Anabilim Dalı Başkanlığı ve on yıl süreyle TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Kimya Bölüm Başkanlığı görevinde bulundu; TÜBİTAK 2000 yılı Bilim Ödülü'nü aldı. Aşağıda okuyacağınız metin, kendi anlatımıyla Prof. Bekaroğlu'nun yaşam öyküsüdür.

1933'te, Trabzon'da doğdum. Kardeşlerimin sayısı 3. Babam, Almanya'da, Birinci Cihan Harbi'nde 4 yıl kadar ekonomi okumuş. Sonra Trabzon'a gelmiş. Kendisine, İstiklal Savaşı'nda gösterdiği başarılarından ötürü İstiklal madalyası verilmiş. Ben, ilkokulu, babamın işleri nedeniyle ailece geldiğimiz Kars'ta bitirdim. Sonra İstanbul'a geldik. Aslında İstanbul'a sık sık gelip giderdik; ama İstanbul'a yerleşmemiz benim ilkokulu bitirmemden sonra oldu. Ortaokulu Gelenbevi Ortaokulu'nda bitirdim. Sonra Vefa Lisesi'ne başladım. Bizim zamanımızda olgunluk sınavları vardı. Olgunluğu Pertevniyal Lisesi'nde verdim ve Pertevniyal'den mezun oldum. Merakım denizci olmaktı. Ama aileden gelme bir özellik, resime de çok meraklıydım. Dolayısıyla lisedeki hocalarım beni hep mimariye yöneltmek istediler. Ben de üniversite sınavlarında hem mimari okulunun, hem de denizcilik okulunun sınavlarına girdim. Marmara Üniversitesi'nin Mimarlık Akademisi'ni dördüncülükle kazandım. Ama Denizcilik Okulu'nu da kazanmıştım. Yirmi gün kadar mimarlıkta okudum. Ama daha sonra oradan ayrıldım ve Denizcilik Okulu'na geçtim. Hocalarım şaşırды; "mimarlığı kazanmış biri nasıl olur da bu okulu bırakırdı?" Ailem de hiç istemiyordu denizcilik okumamı. Ama ben Denizcilik Okulu'nu seçtim; merakım denizcilikti çünkü. Okulum Ortaköy'deydi. 1954 başında, orada yatılı olarak bir ay okudum. Sonra baktım ki bu okuldan mezun olmam benim açımdan hiçbir anlam ifade etmeyecek. Mezun olduğumda, kısa yol kaptanı olacağım. Ama bu benim hayalim değil. Cebelitarık'ı geçemiyorsun kısa yol kaptanlığında. Açık denizlere gidebilmek için sınavların ve yılların geçmesi gerekiyor. Çok uğraş verdim yurt dışında, İsveç'te, bu konuda okumak için; ama olmadı.

Tam o sıralarda, şubat ayında, üniversiteye giriş sınavları vardı. Ben de bu sınava girdim.

Ben kimyayı seviyordum. Hatta lise yıllarımda barut yapmıştım evde; az kalsın evi havaya uçuracaktım. Kimyaya duyduğum merak ve sevgi benim İstanbul Üniversitesi Kimya Yüksek Mühendisliği Bölümü'ne girmemi sağladı. 1954 yılının Şubat ayında bu okula başladım ve bu okuldan da 1960 yılında mezun oldum. Mezun olmama yakın yıllarda hocalarım asistan olmam konusunda teklifte bulundular. Aslında benim idealim, gerçek anlamda bir mühendis olup, kimya fabrikalarında aktif olarak çalışmaktı. Ama içinde bulunduğum koşulları değerlendirip asistan olmayı yeğledim.

Üniversitemden, "görgü bilgi artırmak" üzere izinli olarak Almanya'ya gittim. Almanya'da bir yıl kaldım. Kuzey Almanya'da, 20 000 çalışanı olan, 2. Dünya Harbi'nde Alman uçaklarına suni benzin yapan bir fabrikanın araştırma laboratuvarlarında çalıştım. Bu sırada Almanca'yı da öğrendim. Tam o sırada İsviçreli bir hoca, bana bir İsviçre bursu temin etti ve ben İsviçre'ye geçtim. Basel Üniversitesi'nde doktora çalışmamı yaptım. Aynı sırada çalıştığım fabrikada müdürüm olan profesör hoca, orada hem doktora yapabileceğimi hem de fabrikada çalışmaya devam edebileceğimi söyledi. Tek koşulu da doktora bitirdikten sonra 5 yıl o fabrikada kimya doktoru olarak çalışmamdı. Ancak ben asistandım, ülkemden izinli gelmiştim ve askerliğimi de henüz yapmamıştım. Bu nedenle orada 5 yıl çalışamazdım ve bu öneriyi değerlendiremedim. İsviçre'de koordinasyon kimyası üzerine burslu olarak doktora yaptım. Kobalt iyonlarının oto-oksidasyon mekanizması üzerine çalıştım ve hocamla bu konuda şimdi dünyada 4. sırada olan Helvetica'da yayın yaptık.

Günde 18 saat çalışıyordum. Çünkü izin aldığım süre 2 yıldı. Doktora tezimi bitirip yazım aşamasına geçtiğimde iznim bitti, üniversite de süremi uzatmayınca Türkiye'ye döndüm ve sınava da

üniversitemde girip doktor unvanını aldım. Doktora sonrası 1964 yılında yedeksubay olarak askerliğimi, Heybeliada Deniz Harp Lisesi'nde kimya öğretmeni olarak yaptım.

Askerliğimi bitirir bitirmez Amerika'ya gittim. Beni Amerika'ya burslu olarak davet eden, doktora araştırmamı çok ilginç bulan, California Üniversitesi, Davis Biyokimya Bölümü'nden bir hocaydı. Orada iki yıl kaldım ve doktora sonrası çalışmamı yaptım. Biyokimya, biyofizik bölümünde, B12 vitamin ve koenzimlerinin mekanizması üzerine çalıştım. Bu konu da benim ihtisas sahnam olan koordinasyon kimyasıyla ilgiliydi. Sonra Türkiye'ye döndüm. Ama üniversiteye girmedim. Bu firmanın yatırım müdürü olarak işe başladım. Yatırım projelerinin fizibilitesi üzerine yaklaşık bir yıl çalıştım. Bu sırada eşim Afif Hanımla evlendim. Bir oğlumuz oldu. Oğlum şimdi diş hekimi ve hastane yönetimi konusunda doktora yapıyor. 1969'da doçentlik için üniversiteye müracaatta bulundum ve doçent oldum. 1971'de İstanbul Teknik Üniversitesi'nden gelen bir teklifle bu üniversiteye geçtim. Ve burada o yıllardan beri çalışmalarımı sürdürüyorum. 1975 yılında da profesör oldum. Aynı yıl, Heidelberg Üniversitesi'nden bir davet geldi. Orada 8 ay misafir profesör olarak araştırmalarda bulundum. Türkiye'ye döndüğümde Bursa'da Uludağ Üniversitesi yeni kurulmuştu. O üniversitede hem tekstil hem de tıp fakültesine kimya dersi verdim. Aynı zamanda üç de doktora öğrencim vardı. Bu arada, Ege Üniversitesi'nde 6, Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde de 5 doktora öğrencim daha bulunuyordu.

Şunu söyleyebilirim ki, yaşıntım boyunca var olan enerjimin yalnızca % 20'sini araştırmaya ayırdım. Geri kalan enerjim hep araştırma yaparken önüme çıkan sorunlarla mücadele etme, başa çıkabilme yollarını aramakla geçti.