



# BİLİM İNSANI OLMAK YA DA OLMAMAK

Alan Heeger, Kaliforniya Santa Barbara Üniversitesi (UCSB) Kimya Bölümü ve Malzeme Araştırma Laboratuvarı Bölümü Öğretim Üyesi ve UCSB Polimerler ve Organik Katılar Merkezi'nin kurucu ortağıdır.

# Alan Heeger ile Söyleşi

Dr. Semra Akgönüllü ve Dr. Adil Denizli

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Beytepe, Ankara

Heeger, 1957'de Nebraska Üniversitesi'nde fizik ve matematik alanında lisansını tamamladı. 1961'de California Berkeley Üniversitesi'nden fizik alanında doktora derecesi aldı. 1962'den 1982'ye kadar Pennsylvania Üniversitesi'nde çalıştı. Penn'den, yaklaşık 30 yıldır fizik ve kimya alanlarında araştırmalara öncülük eden UCSB için ayrıldı. Profesör Heeger, yarı iletken ve metalik polimer alanlarının kurulmasına öncülük etti. Bilimsel dergilerde 800'den fazla makale yayımladı. 50'den fazla patenti mevcuttur. Ayrıca UNIAX Corporation (2000 yılında DuPont tarafından satın alındı), Konarka Technologies, CBrite, Cynvenio ve Cytomax Therapeutics dahil olmak üzere çok sayıda teknoloji şirketi kurdu.

Pek çok ödüle sahiptir. Bu ödüller arasında, iletken polimerlerin keşfi ve geliştirilmesinden dolayı Alan MacDiarmid ve Hideki Shirakawa ile paylaştığı 2000 Nobel Kimya Ödülü de bulunmaktadır.

**Öğrenciyken Kimya dalında Nobel Ödülü kazanacağınızı ve bugün nerede olduğunuzu hiç hayal ettiniz mi? Bilime olan ilginizi ateşleyen herhangi bir etki oldu mu?**

AH: Iowa'da küçük bir kasabada büyüdüm. Babam ben çok küçükken öldü. Annem her zaman üniversiteye gitmem konusunda ısrar etti. Annem eğitimi her zaman gelişmenin bir parçası olarak görmüştür.

Herşeye rağmen bilimle dolu bir yaşama sahip olabileceğimi tahmin etmedim. Lisede fen ve matematikte iyiydim. Bilimi biraz gizemli bulurdum. Lisede fizik dersim berbattı. Çünkü öğretmen o kadar kötüydü ki her şey benim için çok zor görünüyordu. Sanırım bu yüzden üniversitede fizik bölümüne gittim.

Mühendislik derecesi almak için de Nebraska Üniversitesi'ne gittim. Çünkü profesyonel bir fizikçi veya kimyager olabileceğimi gerçekten bilmiyordum - kulağa tuhaf geliyor. İkinci veya üçüncü sınıfa başladıktan sonra bu dersleri almaya başladım ve bunun bir seçim olduğunu anladım. Ve o zaman mühendis olmak istemediğimi anladım. Mühendisliğin teknik tarzından hoşlanmadım çünkü temel bilime daha çok ilgi duyuyordum. Bu nedenle fizik okudum. Ama bir Nobel Ödülü almayı hayal edemezsiniz - hayal etmek bile

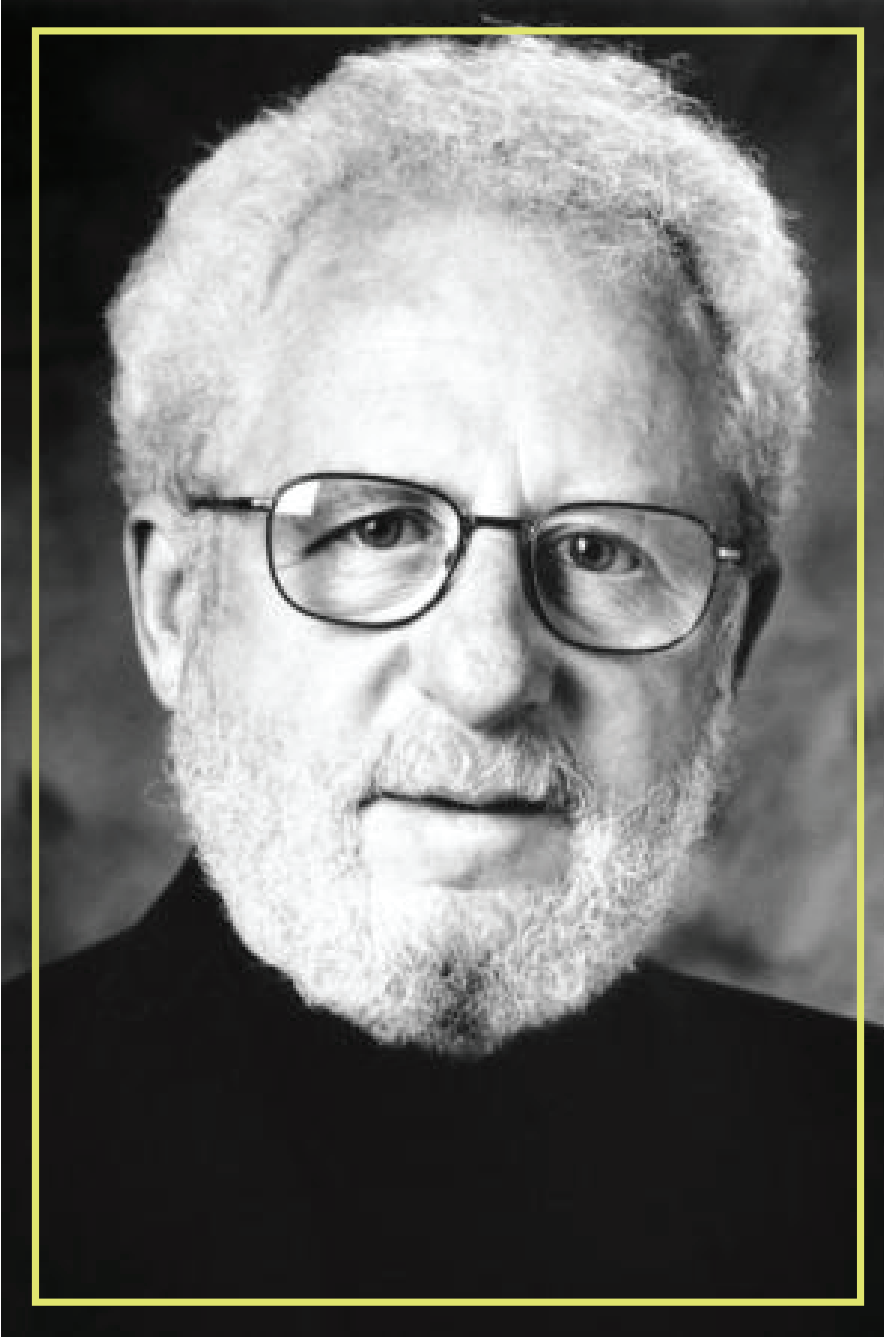
pek sağlıklı değildir. Muhtemelen bir Nobel Ödülü olduğunu bile bilmiyordum! Ya da 50 yıl profesör olacağımı hayal edemezdim.

**Sosyal ve akademik hayatınızı nasıl dengelediniz?**

AH: Çok çalıştım, çok çalıştım, her zaman iyi bir öğrenciydim. Bilimin o kadar kolay olmadığını gördüm ama her zaman ilginç buldum.

Bir derneğe üyeydim. Çok kutlamalar yapardık. Ama evimizde de bir sürü müzisyenimiz vardı. Hafta sonları hep beraber caz dördlüsünü oluştururduk. Çok eğlenceliydi.

Başka şekillerde de aktifim: Dernek başkanlığı yaptım ve her zaman çok ve çalıştım. Hafta sonları kadın ayakkabıları satardım. Paraya ihtiyacım vardı. Bu durum bazen eğlenceliydi. Ama her zaman eğlenceli değildi.



## Öğrenciler kendilerini kimya veya genel olarak temel bilimlerde bir kariyere hazırlamak için neler yapabilirler?

AH: Bence bilimi öğrenmenin en iyi yolu, çevrenizdeki harika bir bilim adamını izlemek ve harika bir bilim adamıyla birlikte çalışmaktır. Nasıl düşündüğünü, zihninin nasıl çalıştığını görmek oldukça önemlidir. Birini izleyerek, taklit ederek çok daha hızlı öğrenebilirsiniz.

## Diğer bilim insanlarının gerçek bilimi uygulamalarını izlemenin yanı sıra, lisans öğrencileri için herhangi bir özel ders öneriyor musunuz?

AH: İlgi alanlarınızı takip etmelisiniz. Değişim devam edecektir. Her zaman açıkça ne yapmak istediğinizi düşünmelisiniz ve buna göre dersler almalısınız ki gerçekten istediğiniz şeyin bu olup olmadığını anlayabilesiniz. Yani ne yapmak istediğinizi anlamak için - sürekli kendinizi keşfedin.

## "İletken polimerlerin" keşfinden dolayı Nobel Kimya Ödülü'nü kazandınız.

### Bu keşfi ve arkasındaki hikayeyi anlatabilir misiniz?

AH: Karbon atomunun bağ sayısı kaçtır? Dört. Karbon atomunda kimyasal bağ oluşturabilen dört elektron vardır. Gerçekte bu elektronlar bir düzlemde durmuyorlar. Bu bağlar dört yüzlüdür. Böylece şunları yapabilirsiniz: bir karbon ve başka bir karbon alalım ve onları birbirlerine bağlayalım. Ve her birine iki hidrojen atomu ilave edelim. Sonra tekrar aynısını yapalım. Burada karbon, burada hidrojen. Devam edin, bunu yapmaya devam ederseniz bu polietilendir! Renksiz, şeffaf bir plastiktir. Pleksiglas, renkli ve renksiz çeşidi bulunan plastik bir cam. Saydam ve yarı saydam olabilir. Kolay işlenebilen, kesilebilen delinebilen, hafif bir yapısı vardır.

Şimdi başka birşey düşünelim. Üzerinde sadece bir hidrojen atomu bulunan bir karbon polimeri yaptığımızı varsayalım. Bunların her birinde sadece bir hidrojen atomu vardır. Karbonun değeri dörttü, değil mi? Yani bu elektronlardan üçü bu kimyasal bağlara bağlıdır. Ve fazladan bir elektronu vardır. Bu yüzden şematik olarak oraya koydum. Burada da aynısı. Burada fazladan elektron var. Bu elektron burada olabilir, ama burada da olabilir. Yani bir bakıma cevap üç, dört değil. Bu bir pseudo-lityum atomu veya bir sodyum atomu gibidir. Dolu bir çekirdeğin dışında eşleşmemiş bir elektrona sahiptir. Elektron herhangi bir yerde olabilir, bu bir metal olabilir. Orijinal fikir buydu. Ve polimerik yapıyı metalik yapabileceğiniz ortaya çıktı. Şimdi bu maddelerin ait olduğu koskoca bir sınıfı var. Hepsinin ortak bir özelliği var, -sp<sup>3</sup> bağı. Bir bakıma çok basit. Ama tabii o sırada bunu bilmiyorsunuz.

## Şu anda ne üzerine araştırma yapıyorsunuz?

AH: Birçok şey. Muhtemelen çok fazla şey yapıyorum. Mesela meslektaşlarım ve benim, keşfettiğimiz polimerik plastikleri kullanma fikrimiz vardı. Bununla birlikte,

plastiklerimiz metal veya yarı iletken özelliklere sahiptir. Daha önce plastiklerle ilişkilendiremeyeceğiniz farklı özellikleri söz konusudur - bu yüzden bu bir "buluş" tur. Böylece bu yarı iletken polimerlerden güneş pilleri yapma fikrine sahip olduk. Ve bu ilginç özellikleri nedeni ile, bu polimerler yaygın olarak kullanılan çözücülerde kolaylıkla çözünür. Diyelim ki size bir şişe verdim. Şişenin rengi güzel. Ancak polimerin yalnızca 1% veya 2'si çözelti içindedir. Ve bu renkli bir sıvı değil mürekkeptir. Bu yarı iletkenleri yazı amaçlı kullanabilirsiniz

Şimdi, bu güneş pillerinin, daha önce fotoğraf filmi için kullanılan Massachusetts'teki bir tesiste rulodan ruloya üretimini yapıyoruz. Dijital kamera ve baskı çağının ortaya çıkmasından önce, insanlar hala film kameraları kullanıyordu. Film üretme biçimleri, fotoğrafı işlemek ve renkleri basmak için birçok katman içeren plastik rulolar kullanılıyordu. Bu tür bir üretim sürecinin, aşağı yukarı bu güneş pilleri

ile yapmaya çalıştığımız şeye doğrudan aktarılabilir olduğu ortaya çıktı.

Bu çok heyecan verici. İnişler ve çıkışlar var: iyi gidiyor ama performans anlamında yeterince hızlı değil. Verimlilik henüz yeterince yüksek değil ve nasıl daha yükseğe çıkarabileceğimi bulamıyorum. Bu nedenle bu konu üzerinde çalışan birçok bilim insanı var. Öte yandan, polimeri yapı oldukça esnek. İstedğiniz yere fırlatabilirsiniz, kırılmaz.

Silikon güneş pillerini gördünüz. Onları evimin çatısında kullanıyorum. Santa Barbara tepelerinde yaşıyoruz ve evimin arkası aşağı yukarı güneydeki okyanusa bakıyor. Bu yüzden kışın bile çok iyi güneş alıyor. Hepimizin sahip olduğu gibi bir elektrik sayacım var. Güneş battığında elektrik sayacımın geriye doğru çalışması dışında. Bir tarafta "sat" yazan bir gösterge var ve diğer tarafa gittiğinde "al" diyor. Yani güneş çıktığında satıyorum; gece satın alıyorum.

Sonuçta bu güneş pilleri sayesinde elektrik faturası ödemiyorum. Elektrik faturam her zaman yaklaşık bir veya iki dolar geliyor.

Burada sorun çatıda kullandığım silikon güneş pillerinin çok pahalı olması. Elektrik faturası ödemek zorunda kalmadan o parayı geri alsam da bu süreç on veya on iki yıl sürecektir gibi. Bu çok uzun bir süre. Yani kimse - ya da sadece benim gibi çılgın insanlar - bunu kendi evlerinde kullanmayacaktır. Temelde bu konuda tutucu olabilirsiniz. Fakat paranızı iki yıl içinde geri alabilmeniz için maliyet düşürebilirse, eminim herkes bu silikon pillerini daha kolaylıkla evlerinde kullanabilirler.





Bu hedefe ulaşmak için umut var: Güneş ışığını elektrığe dönüştürmek için kullanılan teknolojinin - bu fikir ya da bir başkası ya da birden fazlası yüzünden - maliyeti yeterince düşük olacak ve her yerde çatılara güneş pilleri yerleştirmeye başlayacağız. Elektrikli arabalarımızı ve tüm hikayeyi bu pillerle şarj etmeye başlayacağız.

Güneş hücrelerimizden birini size göstermek ilginç olurdu. Burada yok, ancak (ofis köşesinden ince siyah bir sayfa alır) bu henüz tamamlanmamış bir prototip. Bunun aktif katman olduğunu görüyorsunuz ama üzerine elektrotlar koymanız gerekiyor. Bende çok daha büyük bir tane var. Cep telefonuma veya bilgisayarıma bağlayabilirim ve bu elektrikli cihazları şarj eder. Artı eğlenceli. Etrafına fırlatabilirsin ve kınılmaz. Yani burada gördüğünüz şey bir güneş pili değil; ama her seferinde tek bir adımda yapılabilir.

### Şu anda mevcut araştırmanızda kiminle çalışıyorsunuz?

AH: Uzaktakilerle değil. Çoğunlukla yakın çevremdeki meslektaşlar ile işbirliği içerisindeyim. Organik elektronik malzemeler veya yeni malzemeler alanında deneyimli bir profesör, öğrenciler ve doktora sonrası araştırmacılardan oluşan bir araştırma grubu oluşturuyoruz. İş birliği o kadar kolay değil. Ne kadar uzağa ulaşırsam daha zor buluyorum. Gerçek etkileşimlere sahip olmalısınız, her iki yönden de zaman ve çaba konusunda cömert olmalısınız. Yani uzun mesafelerde iş birliği yapmak çok daha zordur.

### Uzun mesafeli iş birliğiyle ilgili bu zorlukların yanı sıra, bilimde bir kariyerin bazı tuzakları veya zorlukları nelerdir? Örneğin, reddedilmeye hazır olmalı mısınız?

AH: Ah evet. "reddetme"nin tam olarak doğru kelime olup olmadığından emin değilim. Ancak bir bilim insanı olduğunuzda, tüm fikir bir şeylerin yanlış olduğunu göstermenin mümkün olmasıdır. Onu geçek olmadığını ispatlayamazsanız, o zaman bilim değildir. Yani sistemin yayınları var ve bu yayınların hakemleri var. Hakemler de gönderdiğiniz yazılara eleştirel bir şekilde bakıyor. Çoğunlukla bunu yapmaları gerektiği için. Ama kısmen de bazen sadece kötü niyetli olmak istedikleri için! Bu ne yazık ki bir tür insan doğası.

Aldığım en iyi hakem raporunu asla unutmayacağım - "en iyi" derken, tamamlayıcı olmayan bir raporu kastediyorum. İçinde benim fikrimi "küresel saçmalık" olarak adlandıran harika bir ifade vardı. Bu, herhangi bir bakış açısından hiçbir anlam ifade etmiyor! Bu edebi bir ifade gibi. Fantastik! O yüzden buna kızmadım



Bu yüzden iletişim gerçekten önemlidir. Bir toplantıda konuştuğunuzda veya bir sunum yaptığınızda, bunu sunma şeklinizin, sizin nasıl anlaşıldığınızla çok yakın bir ilgisi vardır. Sonuçlarınızı yayınlamak için bir makale yazdığınızda, sonuçlar net ifade edilmemişse, karşınızdakilere bir şey iletilemeyecektir. Yani evet, fizik, matematik, bilim, biyoloji açıkça çok önemlidir, özellikle ilk dönemlerde. Ancak iletişim gibi bu diğer bileşenler ihmal asla edilmemelidir. Onlar daha da önemlidir.

### **İşiniz ve laboratuvar dışında ne tür ilgi alanlarınız veya faaliyetleriniz var?**

AH: Kayak yapmayı seviyorum - bu konuda çok tutkuluyum. Tiyatroyu seviyorum. Bu alanda, Santa Barbara'da oldukça aktif bir noktadayım. Üç farklı Broadway oyununun yapımına katıldım. İlki 2006 yılında: Parkta Yalınayak adlı çok eski bir oyunun yeniden sahnelenmesiydi. Daha sonra 2007'de, yakın zamanda Los Angeles'ta bulunan "In the Heights" adlı bir müzikalde yer aldım: En iyi müzikallerden biriydi. 2007'de Tony ödülünü kazandı ve hala sahneleniyor. Ve ondan sonraki yıl, West Side Story'nin yeniden sahnelenmesine dahil oldum: harika bir oyun ve iki yıldan fazla süredir devam ediyor.

Kopenhag iki büyük fizikçi hakkında bir oyundur: Niels Bohr atomu bulan bilim adamıydı; Bohr'dan çok daha genç olan Werner Heisenberg, kuantum mekaniğinin en büyük mucitlerinden biriydi. Sahnede Bohr'u oynamalıyım! Teorik fizikçi ve aynı zamanda Nobel Ödülü sahibi meslektaşım David Gross, Heisenberg'i canlandırdı. Ünlü bir Hollywood/Broadway oyuncusu olan Stephanie Zimbalist, Bohr'un karısını oynadı. Senaryolarla bir okuma yaptık. Saatlerce provalar yaptık ve gerçekten oyunun içine girdik. Çok korkutucuydu. Bin bilim insanının önüne çıkıp bir konuşma yapabilirim ve bu durum beni hiç rahatsız etmez, korkutmaz. Ama bu oyunu sadece 300 kişilik bir gruba oynadık. Ben Niels Bohr'u oynuyordum. Bütün korkutucu yönlerine rağmen sonuçta harika oyun ortaya çıktı. Bu benim için eşsiz bir deneyimdi. Daha da ötesi harikaydı. Niels Bohr bendim !

bile. Bunun harika olduğunu düşündüm. Hiç kimseye karşı kullanmadım ama "küresel sağmalık" ifadesi devrim niteliğinde!

### **Bilim adamlarının hangi mesleki becerilere sahip olmasını veya geliştirmesi gerektiğini düşünüyorsunuz?**

AH: Başarılı bilimin en önemli yönlerinden biri toplumla iletişim kurabilmektir. Bu aslında ben küçükken ya da son sınıftayken bana verilen bir öğüttü. Aynı soruyu kendime sordum: Fizikçi olmak için ne yapmalıyım? Bekledim: "Fizik ve matematik çalışırsan iyi olur" dedim. Kendime sorduğum bir başka soru şuydu: "İngilizce biliyor musun?" Ben de "Ne ?!" diye çılgılık attım. Gerekli cevap tam da şuydu: Çalışmanızı başkalarına anlatamazsanız, bunun çevreye bir etkisi hiçbir zaman olmayacaktır.





**Öncelikle bir Nobel Ödülü Sahibi olarak, sonrasında da bir bilim eğitimsi veya uygulayıcısı olarak topluma karşı herhangi bir özel sorumluluk hissediyor musunuz?**

AH: Bu çok ilginç bir soru. Evet. Böyle bir gurura sahip olmak ve o unvanı taşımak harika bir şey. Ama aynı zamanda birçok başka unsuru da beraberinde taşıyor. Öncelikle de sorumluluk. Gerçekten yaratıcı işler yapmak istiyorsan, ne tür bir resim yapmak, şarkı söylemek, bilim, her neyse, önemli değil, risk almaya istekli olmalısın. Risk almaya istekli değilseniz, eve gitseniz iyi olur.

Kimse bilmiyorken hata yapmak o kadar da kötü değildir. Ancak Nobel Ödülü'nü aldıktan sonra, daha tutucu oluyorsunuz. Bu yüzden bu tutuculuk tarafımla mücadele ediyorum. Ben uzun uğraşlar sonrasında, az da olsa üstesinden geldim. Ama bu gerçek bir duygu. Ayrıca, başka bir düzeyde, insanlar her zaman her şey hakkında bilgi ve bilgili olmanızı bekliyor. Ama elbette bu sen değilsindir! Sen de herkes gibisin. Bence bu bazen taşınması güç bir yük.

**Öyleyse sizi bilim yapmaya devam etmeniz için motive eden şey, özellikle de daha önce bahsettiğiniz gibi red'ler olabiliyorsa? Ya da sizin için bilim insanı olmanın en ödüllendirici yanı nedir?**

AH: Keşfi yenmek zor. Ve keşif derken, "büyük zaman" keşfi demek istemiyorum. Laboratuvarınızda veya ofisinizde herhangi bir gün bir şeyi çözebilir veya bir şeyi gözlemleyebilirsiniz - bu gerçekten bir keşiftir. Bu bir tekme, gerçekten bir tekme. Ve yine, bizi Nobel Ödülü'ne götüren keşiften bahsetmiyorum. Küçük şeylerden bahsediyorum.

Yazmaya çalıştığımız bir makaledeki bu çelişki yüzünden dün gece ayaktaydım. Sadece beni deli ediyordu. Ama bugün anladım. Çok zor değildi ama anladım. Ve ah! Ne rahatlama! Yani her seviyede keşfetmek gerçekten çok heyecan verici.

Kimyager, bilim adamı olmak harika bir hayattır. Yaptığın tek şey doğayı anlamaya çalışmak. Dediğim gibi bu çok zor. Çok zor, çünkü doğru yapmalısın. Başarılı bir heykeltıraş olabilirsiniz ve sizi başarılı kılan, yeni engelleri aşan ve daha önce kimsenin yapmadığı şeyleri yapan kendi tarzınızı yaratabilirsiniz. Bilimle ilgili olan şey, doğru olması gerektir. Ve buna dikkat etmelisiniz. Çünkü doğru değilse, birisi doğru olmadığını anlayacaktır. Ama öte yandan, tüm bu keşif ve risk alma fikri insanı önemli ölçüde heyecanlandırıyor.



Kaynak:

<https://www.emerginginvestigators.org/featured-scientists/to-be-or-not-to-be-a-scientist-a-nobel-laureate-weighs-in>