

GABRIEL PANKOW

## Nobel Fizik Ödülü sahibi Anne L'Huillier'le özel röportaj

2023 yılının Nobel Fizik Ödülü, Anne L'Huillier'e ve iki meslektaşısı olan Pierre Agostini ve Ferenc Krausz'a layık görüldü. Daha birkaç gün önce ise Berthold Leibinger Vakfı, nükleer fizikçiyi Gelecek Ödülü ile onurlandırdı. Kısa süre önce Nobel Fizik Ödülü'nü kazanan Anne L'Huillier, verdiği özel röportajda dünyanın en kısa lazer flaşları üzerine yapılan araştırmaların gittiği yönü açıklıyor.

### Bayan L'Huillier, bir barbekü partisinde size sızıniz sorulduğunda ne cevap veriyorsunuz?

L'Huillier: Bu tür durumlar için beni gayet memnun eden bir cevap buldum. Şöyle diyorum: Lazer fiziği ile atom fiziği arasındaki arayüzde çalışıyorum. Ekibimiz örneğin kamera flaşı gibi çok, çok kısa yapıda lazer palsları kullanıyor. Böylelikle, elektron örneğindeki gibi son derece hızlı hareketleri filme alabiliyoruz.

### Çok, çok kısa yapıda lazer palsları ile neyi kastediyorsunuz?

L'Huillier: Birkaç attosaniye uzunluğunda palsları...

### Bir attosaniyeyi gözümüzde nasıl canlandırabiliriz?

L'Huillier: Bu pek de mümkün değil. Zaman aralıklarının kısalığını görselleştirmek için farklı yaklaşımlardan faydalanılıyor. Ben bazen şu karşılaştırmayı kullanıyorum: Bir attosaniyenin bir saniyeye oranı ile bir saniye evrenin tüm yaşına, yani 14 milyar yıla oranı birbirine eşittir. Ama bu örnek gerçekten bir işe yarıyor mu? Bu konuda biraz şüpheliyim. Sizce bir işe yarıyor mu?

### Yani, belki birazcık.

L'Huillier: Bunun bizim zaman anlayışımızla gerçekten anlamayacağımızı kabul etmemiz gerekiyor. Neyse ki bunu anlamak zorunda değiliz. Sonuçta elimizde hem soyut matematik ve teori yöntemleri, hem de pratik deneyler var. Bu sayede bir attosaniyenin basitçe  $10^{-18}$  saniye uzunluğunda olduğunu söyleyebiliyoruz. Bir attosaniyenin uzunluğundan çok daha ilginç olanı ise, neden böylesine kısa zaman ölçeklerine erişmek istediğimiz olabilir.

### Peki. Atosaniye düzeyinde palslara neden ihtiyaç duyuyoruz?

L'Huillier: Doğadaki bazı süreçler öylesine hızlı gerçekleşiyor ki, bunları yalnızca attosaniye ışık palsları aracılığıyla ölçüyoruz. Bunlar arasında en önemlilerini elektron hareketleri oluşturuyor. Flaş, yani pals ne denli kısa olursa, süreci de o kadar hassas bir şekilde gözlemleyebiliriz. Mevcut olarak araştırma grubum, daha kolay bir seçenek olduğu için genelde hala basit





atomların içinde ve etrafında gelişen süreçleri kaydediyor. Biraz daha gelişme kaydedebilirsek, elektron hareketlerini daha karmaşık sistemlerde, örneğin molekül düzeyinde gözlemlememiz mümkün hale gelecek. Kimyasal reaksiyonlar, elektronların harekete geçmesiyle birlikte gerçekleşir. Bir gün bu ilk hareketleri ölçebileceğimize geleceğiz.

#### Peki sonra?

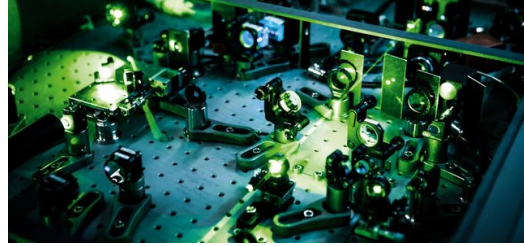
L'Huillier: Bir şeyi ölçebilmek, onu kontrol edebilmenin ilk adımdır. Buna göre uzun vadedeki büyük hedefi, kimyasal reaksiyonları gelecekte elektron seviyesinde kontrol edilebilmesi oluşturuyor.

#### Bunun ne zaman mümkün olması bekleniyor?

L'Huillier: Kesin bir vizyon ortaya koymak kolay değil. Sonuçta bu temel bir araştırma.



Prof. Anne L'Huillier geçmişte de attosaniye lazer pulsı fiziğinin kapılarını açmıştı. Günümüzde ise araştırmalarında elektronlara odaklanıyor.



İsveç'in Lund şehrindeki araştırma ekibi, yüksek harmonikler üretmek amacıyla femtosaniye lazer pulsarı kullanıyor. Bunlar sayesinde de attosaniye lazer pulsaları üretiliyor ve atomik süreçler gözlemlenebiliyor.

#### 1987 yılında, bir deney aracılığıyla yüksek harmoniklerin nasıl üretileceğini keşfettiniz. Bu da attosaniye pulsalar üretilebilecek için bir ön koşuldur.

L'Huillier: Evet, bu güzel bir tesadüftü! İnsanın karşısına hiç beklemediği bir şeyin çıkması her zaman güzel bir deneyim. Zira böyle bir durumda üzerinde kafa yorulacak bir şey ortaya çıkıyor. O dönemki asıl amacımız, soy gazları yoğun lazer ışığıyla bombardimana maruz bırakıp floresan etkilerini araştırmaktı. Bunun sonucunda, gözlemlenebilen en güçlü ışığın floresan değil, lazer frekansının yüksek harmonikleri olduğu görüldü. Bu keşif benim kariyerimi değiştirdi. Daha sonra yüksek harmoniklerin yardımıyla attosaniye darbeler üretmek mümkün hale geldi ve bugün de hala bunun üzerinde çalışıyorum.

#### Hiç olmazsa yüksek harmonikleri bir miktar gözümde canlandırabilir miyim?

L'Huillier: Evet, bu mümkün! Bunun için mevcut karşılaştırma, evren ve attosaniye ile olandan çok daha iyi anlaşılabilir. Bir kemanın telleri yayla titreştirdiğinizde, sadece saf bir ton, yani saf bir ton frekansı ortaya çıkmaz. Başka frekanslar da ortaya çıkar. Müzikte bunlara üst tonlar adı verilir. Bunlar sese kendine özgü rengini kazandırır. Üst tonlar, harmoniklerdir. Benzer bir durum, bir gaz belirli koşullarda yoğun femtosaniye lazer pulsalarına maruz kaldığında da yaşanır: Yeni ve çok daha kısa dalga boylu lazer frekansları ortaya çıkar. Buna göre yüksek harmonikler, lazer fiziğinin üst tonları niteliğindedir.

#### Yüksek harmonik lazer pulsaları ile neler yapılabilir?

L'Huillier: Bir sonraki adım, attosaniye pulsalar üretmek olacaktır. Ancak bunlar kendi başlarına da faydalıdır. Mevcut olarak, yarı iletken endüstrisine yönelik litografi ve ölçüm teknolojisi sistemlerinin üreticisi olan bir firmayla iş birliği halindeyiz. Bu kapsamda, yarı iletkenler üzerindeki küçük yapıların test edilmesi için yüksek harmoniklerin kullanılması gibi bir fikir söz konusu. Bir temel araştırmacı olarak bu benim için alışılmadık derecede somut bir proje. Çalışmalarımızın topluma fayda sağlıyor olması beni hem şaşırttı hem de mutlu etti.

#### Lazer teknolojisi de araştırmalarınızdan yararlanıyor mu?

L'Huillier: Evet. Attosaniye fiziği alanında faaliyet gösteren kişiler olarak, lazer üreticilerini onlarca yıldır yeni ve daha iyi ultra kısa pulsalı lazerler geliştirmeleri yönünde teşvik ettik. Tersi yönde de, daha iyi ışın kaynakları kaçınılmaz olarak bizim için de avantaj sağlıyor: İlk ışın kaynağı ne denli iyi olursa, yüksek harmonikler ve bunun sonucunda attosaniye darbeleri o kadar iyi olacaktır. Bunun sonucunda da ultra kısa puls lazer teknolojisinde alanında teşhis ve ölçüm yöntemleri gibi yeni teknik gelişmeler ortaya çıkabiliyor. Yani karşılıklı olarak ilerleyen sürekli bir teşvik süreci söz konusu. Bu olumlu etkilerin yanı sıra, başka bir unsur da çalışmalarımda benim için en büyük öneme sahip.

#### Sizin için en önemli olan şey ne?

L'Huillier: Ben bir araştırmacıyım. Ama aynı zamanda bir öğretmenim. Birçok parlak genci eğitme ve bilgi dağarcıklarının gelişimini birinci elden gözlemleme ayrıcalığına sahibim. En büyük katkımın da bu olduğunu düşünüyorum.





Anne L'Huillier, İsveç'teki Lund Üniversitesi'nde Atom Fiziği Profesörü olarak hizmet veriyor. Kendisi, attosaniye fiziği araştırma alanının önde gelen kurucularından biri olarak kabul ediliyor. L'Huillier, 2023 yılında araştırma alanındaki başarılarından dolayı Berthold Leibinger Stiftung'un Gelecek Ödülü'ne layık görüldü. Birkaç gün sonra ise meslektaşları Pierre Agostini ve Ferenc Krausz ile birlikte Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı.



**GABRIEL PANKOW**  
LAZER TEKNOLOJİSİ SÖZCÜSÜ

