

METALİK HİDROJEN

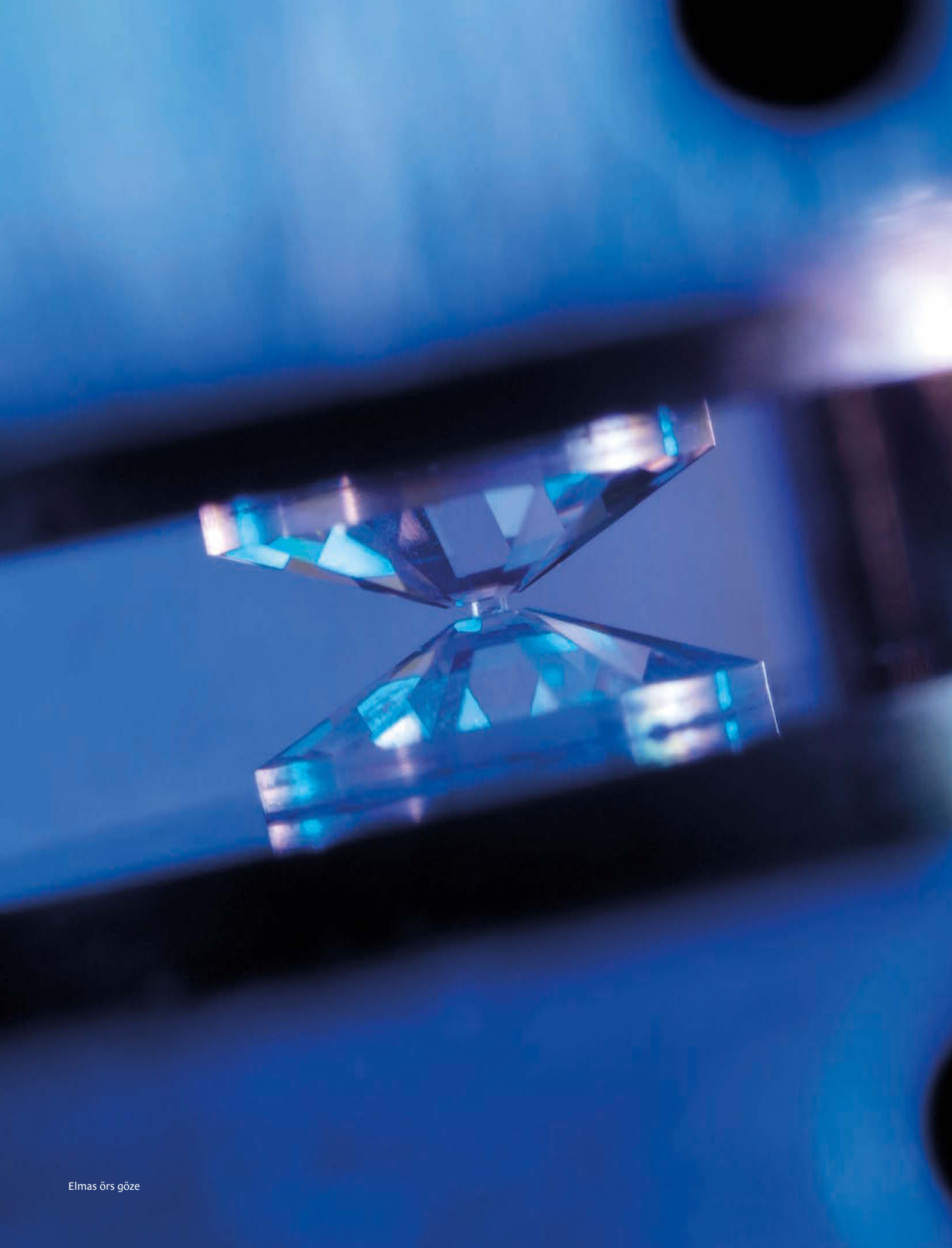
Dr. Mahir E. Ocak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Wigner ve Huntington, yaklaşık 80 yıl önce yayımladıkları makalede belirli koşullar altında metalik hidrojen elde etmenin mümkün olduğunu öne sürmüştü. Aradan geçen zamanda çeşitli üstün özelliklere sahip olacağı düşünülen bu maddeyi üretmek için pek çok araştırma grubu çalışmalar yaptı. İlk başarılı sonuçlarsa ancak yakın zamanlarda elde edildi. Harvard Üniversitesi'nde çalışan Ranga P. Dias ve Isaac F. Silvera, *Science*'ta yayımladıkları makalede metalik hidrojen elde ettiklerini açıkladı.

Şu an için pek çok bilim insanı, üretilen maddenin gerçekten de metalik hidrojen olup olmadığı hakkında kuşkulu. Ancak eğer araştırmacıların yaptığı çıkarımlar doğruysa, yakın gelecekte yüksek hızlı trenlerden elektrikli araçlara ve roket itki sistemlerine kadar pek çok teknolojide metalik hidrojene rastlayabiliriz.



Eugene Wigner (1902-1995)



Hidrojen atomları (H) normal koşullar altında bir araya gelerek iki atomlu hidrojen moleküllerini (H₂) oluşturur. Her iki atomdaki birer elektron da atomların arasındaki bağın kurulmasında kullanıldığı için hidrojen moleküllerinde serbest elektron yoktur. Bu yüzden normal koşullar altında gaz halinde olan hidrojen katılaşsa bile elektrik akımını iletmez. Ancak Winger ve Huntington detaylı kuramsal hesaplar yaparak 25 milyar Pascal'ın (atmosfer basıncının 250.000 katının) üzerindeki basınç altında yoğunluğun aşırı derecede artmasıyla beraber hidrojen moleküllerinin ayrışacağını ve hidrojen atomlarının bir kristal yapısı

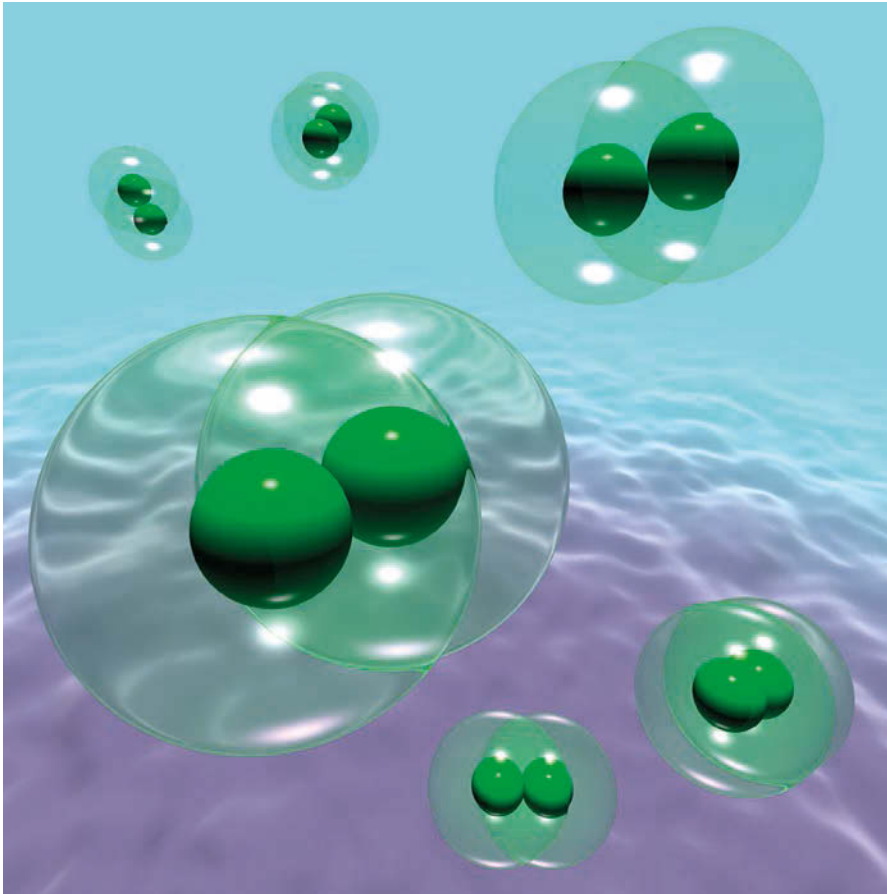
içinde düzenlenerek metalik özellikler göstereceğini tahmin etmişti. Daha sonraları başka bilim insanları tarafından yapılan hesaplar Wigner ve Huntington'un basınç tahmininin çok düşük olduğunu gösterdi. Modern yöntemler kullanılarak yapılan hesaplara göre faz dönüşümü 400-500 milyar Pascal aralığında bir basınç altında gerçekleşmeliydi. Tahminlere göre metalik hidrojen, oda sıcaklığı altında süperiletken olmalıydı. Üstelik üretildikten sonra üzerindeki yüksek basınç kaldırıldığında da yapısı bozulmayacaktı.

Geçmişte pek çok araştırma grubu metalik hidrojen üretmek için çalışmalar yaptı. Ancak yakın zamanlara kadar hepsi başarısız oldu.

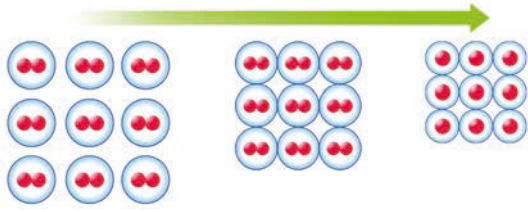
Ranga P. Dias ve Isaac F. Silvera ise başarılı olmalarını daha önceleri çözülememiş iki sorunu aşmalarına bağlıyor. Öncelikli olarak metalik hidrojeni elde etmek için gerekli basınç değerlerine ulaşmak çok zordur. Yüksek basınçlı ortamlar oluşturmak için yaygın olarak elmas örs gözeler kullanılır. Ancak geçmişte bu cihazlarla da metalik hidrojen elde etmek için gerekli 400-500 milyar Pascal değerlerine ulaşmak mümkün olmuyordu. Araştırmacılar bu durumun cilalama sırasında doğal elmasların yüzeyinde meydana gelen bozulmalardan kaynaklandığını düşünüyordu. Sorunun üstesinden gelmek için doğal elmaslar yerine dikkatli bir biçimde üretilmiş ve cilalanmış yapay elmaslar kullanmayı tercih ettiler. Metalik hidrojen üretmenin önündeki ikinci engelse gözenin içindeki hidrojenin elmas parçalarının içine sızması ve parçaları kırılğan hale getirmesiydi. Araştırmacılar bu sorunun üstesinden gelmek için deneyleri sıcaklığı çok düşük bir ortamın içerisinde yapmış. Çünkü sıcaklık düştükçe difüzyon hızı azalır. Ayrıca elmasların yüzeyini, hidrojen difüzyonunu engellediği bilinen alüminyum metaliyle kaplamışlar. Çok yüksek sıcaklığa ve basınca sahip ortamlarda bile alüminyumun deneylerde kullanılan örneklerle bulaşmadığı belirtiliyor.

Science'ta yayımlanan makaleye göre moleküler hidrojen elmas örs gözelerinin içine yerleştirilip basınç 495 milyar Pascal'a çıkarılınca arzu edilen faz dönüşümü gerçekleşmiş ve metalik hidrojen oluşmuş. Pek çok bilim insanı iddianın doğruluğu hakkında kuşkulu.

Hidrojen molekülleri



Basınç



Hidrojen molekülleri aşırı yüksek basınç altında ayrışıyor ve katı, metalik hidrojen oluşuyor.

Araştırma sonuçlarıyla ilgili makale ilk olarak arXiv’de yayınlandığında pek çok bakımdan eleştirilmişti. *Science*’ta yayımlanan gözden geçirilmiş makale de eleştirileri sonlandırmadı. Kimilerine göre araştırmacıların gözenin içinde var olduğunu söylediği parlak madde, büyük ihtimalle metalik hidrojen değil, elmasların yüzeyini kaplamak için kullanılan alüminyum. Bazı bilim insanlarıysa araştırmacıların gerçekten de 495 milyar Pascal basınca ulaştığını düşünmüyor. Deneyler sırasında elmas örs gözelerin içindeki basınç değişimleri genellikle lazerler yardımıyla takip edilir. Ancak Silvera ve Dias, lazer ışığının gözenin içindeki örneğe zarar vermesi ihtimalini göz önünde bulundurarak basıncın yeteri kadar yükseldiği kanısına varana kadar herhangi bir basınç ölçümü yapmamışlar. Araştırmacılar şu an için metalik hidrojen olduğunu düşündükleri maddeyi gözenin içinde tutmaya devam ediyor. Önce gözenin içindeki maddenin gerçekten de düzenli bir yapıya sahip olup olmadığıyla ilgili testler yapmayı planlıyorlar. Daha sonra göze açılacak ve içerisindeki maddenin düşük basınç altında yapısını korumaya devam edip etmediği görülecek.

Her ne kadar eleştiriler olsa da metalik hidrojenin üretilmiş olma ihtimali bile bilim insanlarını heyecanlandırıyor. Sahip olduğu düşünülen üstün özellikler sayesinde metalik hidrojen günlük hayatımızda büyük değişikliklere sebep olabilir. Öncelikle metalik hidrojenin süperiletken olduğu, yani üzerinden geçen elektrik akımına karşı hiçbir direnç göstermediği düşünülüyor. Günümüzde bilinen pek çok başka süperiletken malzeme var. Ancak süperiletkenlik düşük sıcaklıklarda ortaya çıkan bir özelliktir ve bilinen tüm malzemeler günlük hayatımız için aşırı derecede düşük sıcaklıklarda süperiletken hale geçer. Örneğin civa -263°C sıcaklıkta, kurşunsa -266°C sıcaklıkta süperiletken hale geçer. Bu durum süperiletkenliğin günümüzde sadece laboratuvar ortamında gözlemlenebilen bir olgu olmasına yol açıyor. Ancak kuramsal hesaplara göre metalik hidrojen oda sıcaklığında da süperiletken özelliğini koruyor. Eğer bu durum gelecekte deneylerle de doğrulanırsa metalik hidrojen sayesinde teknolojiyle ilgili pek çok sorun aşılabılır. Örneğin elektrik enerjisinin %15’i aktarım sırasında kayboluyor. Ancak elektrik telleri sıradan iletkenler yerine süperiletkenlerle yapılabileydi herhangi bir enerji kaybı yaşanmazdı. Bu durumun gerçekleşmesinin önündeki en önemli engel oda sıcaklığında süperiletken olan bir malzemenin olmaması. Metalik hidrojen bu boşluğu doldurmaya aday. Ayrıca oda sıcaklığında süperiletken olan bir malzemenin kullanılmasıyla elektrikli araçların, hızlı trenlerin ve elektronik cihazların verimliliğini büyük ölçüde artırmak mümkün.

Metalik hidrojen, enerji üretimi ve depolanmasında da yararlı olacaktır. Süperiletken malzemeler elektrik akımına karşı bir direnç göstermediği için, üretilen elektrik enerjisi hiçbir kayıp olmadan uzun süre metalik hidrojen yapılmış bobinlerde depolanabilir ve gerektiğinde kullanılabilir.

Metalik hidrojen uzay araçlarında kullanılmaya da aday. Çünkü üretimi için yüksek miktarda enerji gerekiyor. Dolayısıyla gelecekte metalik hidrojeninde depolanmış yüksek enerjinin açığa çıkarılmasına dayalı itki sistemleri geliştirmek mümkün olabilir. Hatta böyle bir sistemin bugüne kadar geliştirilmiş tüm sistemlerden çok daha güçlü olacağı tahmin ediliyor. Tüm bu hayallerin gerçeğe dönüşmesi için gerekli olan şeyse tabii ki metalik hidrojeninin endüstriyel ölçekte üretilmesi için bir yöntem geliştirmek. ■

Kaynak

Dias, Ranga P. ve Silvera, Isaac F., “Observation of the Wigner-Huntington transition to metallic hydrogen”, *Science*, Cilt 355, s. 715-718, 2017.