

# PLAZMA, SANAYİDE EGEMEN OLUYOR

- Plazma maddenin dördüncü halidir; iyonlaşmış durumdaki çok sıcak bir gazdır. Uzayda her yerde bulunan plazma, çok yüksek sıcaklıkları elde etmenin bilinen tek yoludur. Bu nedenle, madencilik, demir madenciliği ve kimya alanlarında bu olağandışı ısı yöntemi ilgilenilmeye başlanılmıştır.

**Pierre BARON**

**S**u yalın soruyu soralım: Maddenin kaç hali vardır? Buna genellikle verilen yanıt, katı, sıvı ve gaz olarak üç hâli olduğudur. Acaba gerçekten böyle midir? Sıcaklık ölçüğünde, maddenin gazdan sonra dördüncü bir hali daha vardır: Plazma. Bu sonucusu henüz, kendine yarattığı ölçüde tanınmamaktadır. Oysa, Evren'de yıldızlararası uzayda, yıldızsal madde ve kozmik ışınlar olarak her yerde bulunur. Bizim gezegenimiz de, iki bölgesinden (yerin mıknatıssal alanı tutulmuş olan) plazma ile çevrilidir.

## PLAZMAYI TANIYALIM

Fakat insanoğlu artık, bu uzaysal plazmayı incelemekle yetinmiyor; enerji üretmek ve tepkime yaptırmak amaçları ile plazma elde etmeyi ve kullanmayı her geçen gün daha iyi başarıyor.

Bir gaz, gazın doğasına göre değişen yeterince yüksek bir sıcaklığa dek ısıtılınca, molekül hareketleri etkisiyle atomlar dış elektronlarını yavaş yavaş yitirirler ve artı olarak yüklenirler. Bu iyonlaşma sonunda, gaz halindeki madde, artı iyonlardan ve serbest eksi elektronlardan oluşan bir bileşime ulaşır. İyonlaşma derecesi, yani iyonlaşmış atom ve moleküllerin toplam sayıya göre yüzdesi, sıcaklıklar artar. Birkaç on bin



derece gibi bir eşik değerden sonra, yalnızca artı iyonlar ve eksi elektronlar karışımı elde edilir. İşte bu, elektrikçe nötr olan karışım plazma adı verilmiştir. Plazma gazının iyonlaşma derecesine göre, iki tür plazma vardır:

- Tam ya da yarı tam iyonlaşmış plazmalar: Hafif çekirdeklerin (döteryum, trityum) helyum çekirdekleri vermek üzere kaynaştıkları, termonükleer fizikte kullanılan bu tür plazmalarda, sıcaklık düzeyi birkaç milyon dereceye ulaşır.
- İyonlaşma oranı, ancak arasıra % 50'yi aşabilen kısmen iyonlaşmış plazmalar. Elde edilen sıcaklıklar, 2000 ve 10.000°C arasında değişir. Sanayii ilgilendiren, yalnızca bu tür plazmalardır ve yazımızın konusu da bunlardır.

Plazmanın iki türünde de, üç önemli etken işe karışır: Sıcaklık, basınç ve yoğunluk. Isı, molekül hareketlerinin sonucu olduğuna göre, sıcaklığı kendine karşılık gelen kinetik enerji, kilo-elektron-volt (keV. Bir elektronun, 1 voltluk gerilim altında hızlandığı zaman kazandığı enerji 1 elektron-volt'dur) olarak verilir. Yoğunluk, birim hacim başına düşen parçacık sayısıdır. Kullanımdaki plazmalar için  $10^{15}$  dolayındadır. Gazın tersine olarak, plazma halindeki madde elektrik iletkenidir. Bu özelliği, sanayi için çok önemlidir.

Sanayide kullanılır nitelikte bir plazmanın üç elde ediliş biçimi vardır: Elektrik yayı, yüksek frekans ve taç boşalımı:

- Elektrik yayı plazmasının işleyişi ve kullanımı, şemada gösterilmiştir. Elektrotları doğru akımla beslenen bir fener, bu elektrotlar arasında oluşturulan sürekli bir elektrik yayından basınç altında geçirilen bir gazı plazma haline geçirir. Plazmadaki yüksek sıcaklıklar, elektrotlar üzerindeki iyon ve elektron bombardımanının şiddeti göz önüne alınınca, katod ve anodun sürekli olarak soğutulması gerektiği açıktır. Soğutma için kullanılan sıvı, bir boru ile gönderilen, minerallerinden temizlenmiş sudur.



*Ferromanganezin, plazma fenerleri (sıcak rüzgârın sıcaklığını 500° yükselten) ile donatılmış bir yüksek fırında kalıba dökülmesi.*



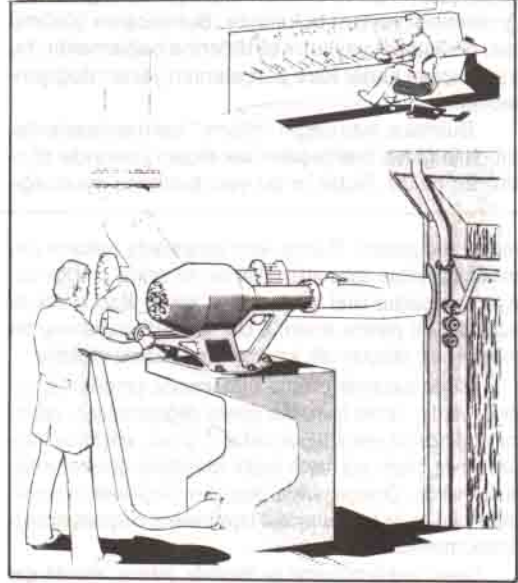
*Elektrikli yakıcı da, plazmanın olağan bir uygulamasıdır. Bir gazlı yakıcı ile bir yay plazmasının etkileri birleştirilerek, yakma gücü yeterince artırılabilir; böylece şimdide dek (baş gelinemeyen) kimi artıkların (özellikle plastiklerin) yok edileceği umulabilir.*

• Yüksek frekans plazması, çok yüksek frekanslı elektrik akımları ile elde edilir. Plazma oluşturuca gaz, çok şiddetli bir gerilim kaynağı ile beslenen bir kangalın sarımları arasında geçirilir. Çözünme ve iyonlaşma enerjisi bir elektromagnetsal alan ile sağlanır. Böyle üç tür üreteç vardır: İndüktörlü, sığalı ve mikrodalgalı.

Plazma elde etmenin sonuncu yöntemindeki taç boşalımı, kütlesi ve geometrisi çok farklı iki elektrod arasında dolaşım yaptırılan bir gazda, bir elektrik akımına eşlik eden mikroboşalmalardan oluşur.

### PLAZMANIN SANAYİDEKİ YERİ

Ferromanganezin yüksek fırınlarda elde edilmesi, son derece fazla kok kömürü tüketimine yol açmaktadır. Bu zorunlu, fakat çok masraflı ham maddeyi tutumlu harcamak için, yardımcı ısı kaynağı olarak plazma fenerleri kullanılır. Yüksek fırının körük deliklerine bağlanan bu fenerler, sıcak rüzgarın sıcaklığını 1200°C'den 1700°C'ye çıkarırlar. Bu ek ısın-

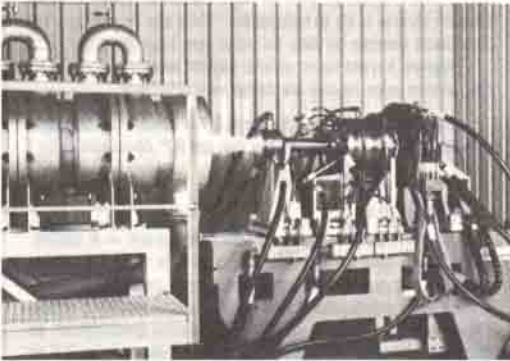


*Bir yüksek fırındaki gazın ek ısıtılmasında kullanılan bir sanayi plazma fenerinin çizimi. Bu yol, şimdiden ferromanganez elde edilmesinde kullanılıyor.*

ma, kok kömürü ve elektrik harcamasını önemli ölçüde azaltır.

Sözün kısıası, acaba plazmanın bu başarısı taşıl enerjiyle yarışabilecek midir? Plazmanın teknolojik ve ekonomik bakımdan verdiği umut önemlidir. Ancak enerji türlerinin fiyatlarındaki oynamalar yüzünden kesin bir şey söylemek olanaksızdır. Bununla birlikte, plazmanın sanayide kullanılması, % 8' oranda, bir ikili enerji kaynağı görevi yapmaktadır; çünkü her şeyden önce, tüm yakıt harcamalarını azaltmaktadır.

Plazma teknolojisi, demir alaşımlarının metallürjisinde de, elektrik yaylı fırınların plazma fenerli düzeneklerle değiştiril-



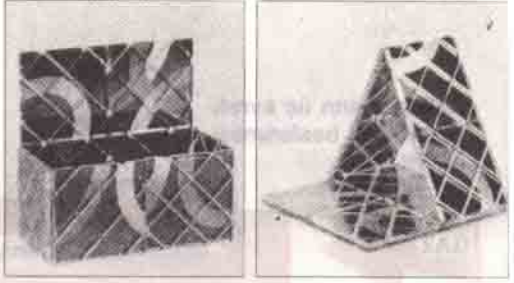
*Deneyel plazma fenerinin toplu görünüşü. Çok sayıda ki boru, doğru akımla besleme ve elektrodları minerallelerinden temizlenmiş su ile soğutma çevrimlerine karşılıktır.*

# RUBİK KÜPÜ'NÜN BABASI ERNO RUBİK'TEN YENİ BİR BULMACA "RUBİK TILSIMI"

- "Rubik Küpü"nü bulan 42 yaşındaki Macar profesörü Erno Rubik, geçtiğimiz Eylül ayında Budapeşte'de yeni bir bulmacasını tüm dünyaya ilan etti.

Erno Rubik'in bu kez "Rubik Tılsımı" adını verdiği bulmaca, ilk bakışta basit ve sıradan bir oyuncak gibi görünüyor: Tılsımlı oyuncak, plastikten yapılmış ve kenarları 5'er cm.lik 8 kareden oluşan bir dikkörtgendir. Mekanizması görünmeyen Rubik Küpü'nün aksine, bu bulmaca oyuncuğun temel ögesi olan ağ biçimindeki plastik iplikler meydana gelir. Kare parçaların ön ve arkalarında, üçer adet gökkuşağı dilimleri (yayları) bulunuyor. Bulmacanın çözümü ise, gökkuşağı yaylarını birbirlerine bağlamaktır; bu yapıncaya kadar kare parçalarının yerleri değiştirilecektir.

Bulmaca oyuncuğun "tılsımı" ise menteşelerdedir. Bildiğimiz menteşeler tek eksen üzerinde döndükleri halde, Rubik'in bu yeni bulmaca oyuncuğu-



nın menteşeleri dört yönde dönebiliyorlar. Başka bir deyişle, oyuncaktaki her kare birbirlerine bağlıdır; ama hepsi de birbirlerinden bağımsız olarak hareket edebilmektedirler.

Gökkuşağı yaylarını birleştirmeye çalışacak olanlar, elde edecekleri üç boyutlu şekillerin çeşitliliği karşısında şaşıracaklardır. Ayrıca bulmacayı çözmek isteyenler "bir şeyle" daha karşılaşacaklardır. Ancak bu konuda Rubik, "Bunu şimdiden söylemek istemiyorum, bulmaca meraklılarına bırakıyorum" diyor.

Bu yeni bulmacanın, yılbaşından önce dünya piyasalarına çıkarılması planlanmış bulunuyor. Rubik Küpü, tüm dünyada 100 milyondan fazla satmış, ayrıca New York Modern Sanatlar Müzesi'ne de kabul edilmişti. Bu yeni bulmacanın da aynı ilgiyi görmesi bekleniyor.

Newsweek'ten çeviren: Melih ÖLÇER

mesini sağlayabilir. Plazma, kimi durumlarda mekanik delme araçlarından daha etkin olan bir ısıl delme aracıdır da. Ayrıca, kusursuz birer lehimleme ve kesme aracı olarak da kullanılır: Bir plazma feneri, 8 cm kalınlıkta paslanmaz bir madeni, bir üçleçten altı kat kısa bir zamanda kesebilir.

Ancak, sanayide plazma kullanımında şimdilik kimi sınırlar vardır: Temel teknolojik işleyişi değiştirmeden, yalnızca yardımcı ısıl enerji sağlamaktadır. Şimdi, araştırma merkezlerinde, plazmaya dayalı çeşitli teknolojiler geliştirme eğilimleri vardır: Örneğin, yalnız plazma ile ulaşılabilecek sıcaklıklar yardımı ile kimi kimyasal tepkimelerin oluşmasını sağlamak mümkündür.

Sanayi uygulamalarının da ötesinde, plazma, insanlık için en umut verici enerji kaynağı olma görünümündedir; çünkü pratik bakımdan, denetlenebilir ısıçirkeksel kaynaşım tükenmez bir kaynaktır.

En yakın plazma, eşit derişimdeki elektronlar ve özgür protonlardan oluşan hidrojen plazmasıdır. Buradaki denetlenebilir kaynaşım tepkimelerine, hidrojenin iki yerdeşi olan döteryum (deniz suyunda çok bol bulunan) ve trityum katılır. Kaynaşım reaktörlerinin gerektirdiği birkaç milyon °C sıcaklıklarda, yalnızca, bir miknatsal alan ile kapatılmış olan plazma halindeki madde kullanılır durumdur. Güneş'in yüzey sıcaklığının yalnızca 6000°C olması, bu tepkimeleri gerçekleştirerek olan insanoğlunu gururlandırmaktadır. Kısacası, plazma çağı yeni yeni başlıyor.

Science et Avenir'den çev.:Dr.Hanaslı GÜR

## DÜŞÜNME KUTUSU

(Geçen sayıda yer alan soruların yanıtları)

HAYALET: Hayaletle iki kere üst üste şu soruyu sorunuz:

"Siz bir doğru bir yalan mı söylersiniz?" İki defa hayır derse doğrudur; iki defa evet derse yalancısıdır; bir evet-bir hayır veya bir hayır-bir evet derse bir doğru-bir yalan söyleyendir.

Başka bir soruda sorulabilir. Örneğin: Üst üste iki kere "Benim iki kulağım var mı?"

Doğrucu hayalet iki defa evet, yalancı hayalet iki defa hayır, alterne eden hayalet bir evet bir hayır diyecektir. Üstün zekâlılar tek soru sorarak ta bu işi halledebilir: "Birişi size iki defa aynı soruyu sorsa yalnızca bir defa mı yalan yere hayır dersiniz?"

Doğrucu hayalet hayır, yalancı hayalet evet diye cevap verecek, alterne eden hayalet ise cevap veremeyecektir.

NOKTALI KARELER: İ, J, K, L ile H, E, F, G kareleri üst üste getirilmelidir (Demek ki Büyük Kareler'den biri 90° döndürülmüştür.)

SAYI: 59 (A, E, C, D, F, B, G)

KUPLER: B ve C

UZAY YARATIĞI: Cassiop'lu resimdeki yaratık = A olsaydı, B ve C'nin de birer kafaları olduğundan ve ayak sayısı kafası sayısının 3 katı olduğundan, toplam 9 ayak olması gerekirdi. O zaman A'nın 4 ayağı olduğundan B ve C'nin ayak sayısı toplamı 5 olurdu. Fakat B ve C'nin ayak sayılarının farkı 2 olması gerektiğinden bu mümkün olamazdı (toplamları 5, farkları 2 olan sayılar 3.5 ve 1.5'dur). O halde yaratık Altırlı (A) değil. Yaratık B olsaydı, C'nin ayak sayısı B'den 2 daha fazla olacağından 6 olurdu, o zaman toplam 4+6=10 ayak olurdu, oysa toplam 8 ayak olması gerekiyor. Demek ki yaratık B de olamaz. Yaratık C'dir. (Cassiop'lu).