

PLAZMA GERÇEĞİ

Dr. Lütfi Öksüz*

Langmuir, yaklaşık yüz yıl önce iyonize olmuş gazı plazma adını verdiği için beri plazma üzerine birçok deneysel ve kuramsal araştırma yapılmıştır. Plazma maddenin dördüncü hali olarak kabul edilir ve pozitif (+) ve negatif (-) yüklü parçacıkların birlikteki hareketliliklerinin tamamıdır. Pozitif yük, daha çok kısmen ya da tamamen iyonize olmuş atomlar belirtilir. Langmuir'in iyonize olmuş gazı, plazma diye adlandırmasından bu yana plazma değişik alanlarda kullanılmasına karşın bugün bile plazma fiziği hakkında çok az şey bilinmektedir. Uygulamalarında başarılı sonuçlar vermesine karşın kuramla uyumu henüz tam sağlanamamıştır. Bu nedenle, plazmada deneysel yöntemler gelişmiş ya da uygulamalardaki verimlilik deneysel olarak tanımlanmıştır. Bugüne kadar plazma dalında Nobel ödülü alan sadece bir kişinin olması da bunun göstergesidir. Bu ödülü İsveçli Hannes Alfvén plazmaya verilen per-türbasyonun manyetik alan yönünde kendi adıyla anılan hızla yayılmasını açıklamasından dolayı almıştır.

Her yüklü parçacığın bulunduğu iyonize olmuş sistemlere plazma denilmez. Plazmanın en önemli özelliklerinden biri; sanki yüksüz olmasıdır. Yani, artı ve eksi elektrik yüklü parçacıklar birbirinden bağımsız hareket ederken, sistemin bütünüyle sanki yüksüz olmasıdır. Bunun yanı sıra, bir sistemin plazma olabilmesi için birim hacim içinde yeteri kadar plazma yoğunluğu bulunması gerekir. Sistem yüksüzlükten uzaklaştıkça plazma tanımından da uzaklaşır.

Gelişmiş ülkelerde, plazma teknolojisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bugün bu teknoloji biyolojide, kağıt endüstrisinde, uzay endüstrisinde, materyal aşındırma ya da sertleştirme teknolojilerinde, tekstil endüstrisinde, elmas yapımında, yarı-iletken teknolo-



Tam Güneş tutulması sırasında gözlediğimiz parlak taç tabakası, yaklaşık 1 milyon °C sıcaklıkta, bir plazmadır.

jisinde, elektronik çip yapımında, iletişim teknolojisinde, kaplama teknolojisinde ve kristal büyütmede, radar ve füzyon araştırmalarında, denenmekte ya da kullanılmaktadır. Bugüne kadar enerji üretimi için, füzyon reaktörleri konusunda milyarlarca dolarlık yatırım yapılmasına karşın, bir sonuç alınamamıştır. Gene de plazma araştırmaları, yüksek teknolojiyi bugüne taşımıştır. Tokamak araştırmaları yavaş yavaş yerini kompakt toroidlere ve bu arada küresel tokamaklara bırakmaktadır. Bugün plazmanın sürekliliği saniye mertebelerinde sağlanabilmekte. Yarı-iletkenlerin yapımında kimyasal yöntemlerin yetersiz kaldığı yerde, plazma kullanıma girmiş ve günümüzün 1 GHz lik mikro-işlemcileri yapılabilmektedir. Evimizde kullandığımız birtakım aletlerden örneğin floresan lambalardan, yüksek teknoloji ürünü plazma televizyonlara dek, hergün karşılaştığımız fakat nasıl çalıştığını bilmediğimiz plazma ürünleri bulunmaktadır. Plazma, uzayda çok büyük ölçekte bulunduğu için, bugün uzay araştırmalarıyla roket ve uzay aracı tasarımlarında önemli bir uygulama alanı kazanmıştır.

Bunca kullanım alanı olan plazmanın tüm koşullarını açıklayan tek bir

denklemler olmadığı gibi, kuramla deney arasında ancak %10 - 25 arasında bir uyum sağlanabilmektedir. Genelde plazmayı açıklayan denklemler, Maxwell denklemleriyle, akışkanlar mekaniği denklemlerinin iç içe geçmiş çözümleri zor bir halidir.

Plazma, üretildiği yöntemle, korunma biçimiyle, kullanıldığı alana, yoğunluğuna, basıncına, sıcaklığına ve kullanıldığı gazın cinsine göre adlandırılabilir. Bugün Güneş'in içindeki sıcaklık milyon kelvinlerle ifade edilirken, endüstriyel uygulamalarda plazma sıcaklıkları oda sıcaklığına kadar düşebilir. Yani yüksek sıcaklık ya da düşük sıcaklık olarak ayrılabilirler

ve bu koşullara göre farklı denklemler kullanılır. Genelde plazma sıcaklıkları eV (elektron-Volt) cinsinden ifade edilir. Unutmayalım ki, 1 eV yaklaşık 11000 Kelvine karşılık gelir.

Elektron ve iyon sıcaklıkları, hızları, yoğunlukları, basıncı, elektrik potansiyeli, elektrik alanı, manyetik alanı, kaybı ve üretim akıları, plazmanın belirlenmesi gereken en önemli özellikleridir. Plazmanın bütün özelliklerini belirleyen tek bir deney sistemi yoktur. Bu nedenle herhangi bir özelliğini belirlemek için bir çok teşhis yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemler genellikle invazif (hasar veren) ve non-invazif (hasar vermeyen) yöntemler olarak sınıflandırılırlar. İnvazif yöntemler genellikle sonda gibi plazmayla doğrudan temas yöntemleri, non-invazif olanlara dışarıdan uygulanan spektroskopik ölçümlerle, lazer ve mikrodalga ölçümleridir.

Uzay ortamı dışında kapalı ortamlarda tutulduğu için, plazmanın kapalı alan duvarlarıyla etkileşimi, füzyon araştırmalarında üzerinden gelmesi gereken önemli bir konudur. Genel olarak plazmanın, kaplama, aşındırma, iyon ekimi, temizleme vb. gibi endüstriyel kullanımındaysa katı bir maddeyle etkileşmesi söz konusudur.

*Süleyman Demirel Üniversitesi