



Plazma Teknolojisi

Günlük hayatımızda maddenin üç farklı haliyle haşır neşiriz. Hepimizin bildiği bu haller; katı, sıvı ve gaz. Ancak maddenin dördüncü bir halinin de varolduğu 1879'da bir İngiliz fizikçisi olan William Crookes tarafından ortaya atılmış ve 1929 yılında Amerikalı bilim adamı Dr. Irving Langmuir tarafından bu hal "plazma" olarak adlandırılmış. "Plazma" terimi, iyonlaşmış gaz halini ifade ediyor. İyonlaşmış durumdaki gaz, pozitif yüklü molekül veya atomlar (iyonlar) ve negatif yüklü elektronları içermekte.

Maddenin plazma hali çok yüksek sıcaklıklarda veya güçlü elektrik ve/veya manyetik alanlarla oluşturulabiliyor. 10.000 Kelvin'in üzerindeki sıcaklıklarda tüm molekül ve atomlar iyon haline geçiyorlar. Güneş ve diğer yıldızlar 5000-70.000 Kelvin yada daha yüksek sıcaklıklara sahip olduklarından plazma özelliği taşımağa. Çoğumuz güneş ve gezegenleri arasındaki alanın enerjiden ve maddeden yoksun bir boşluk olduğunu düşünürüz. Ancak, güneşin yaydığı plazma oldukça hızlı bir şekilde her yöne taşınarak bu boşluğu doldurmuştur.

Plazma, serbest olarak hareket eden elektronlar ve iyonlardan oluştuğuna göre, bir maddeyi plazma haline geçirebilmek için atomlardan elektronları koparabilecek bir enerji gerekmektedir. Bu enerji farklı kaynaklardan elde edilebiliyor. Isı, elektrik ve ışık (ultraviyole ışık veya lazerden görünür ışık) gibi. Dolayısıyla iki tür plazmadan söz edebiliriz. Sıcak plazma ve soğuk plazma. Güneş sistemi ve diğer gök cisimleri sıcak plazmaya örnek teşkil etmekte. Soğuk plazma ise laboratuvar koşullarında elektriksel boşalım veya ışık kaynaklarıyla oluşturulabiliyor. Plazma, elektriksel ve manyetik alanda hızlandırılabilir, böylelikle kontrollü bir biçimde teknolojik uygulamalarda kullanılabilir.

Plazma Polimerizasyonu ve Kaplama Amaçlı Kullanımı: Bazı organik bileşiklerin çeşitli türde "yük boşalımıyla" oluşturulan plazma ortamında polimerleştikleri uzun süreden beri biliniyor. Fakat, bu polimerizasyon tekniğinin metal yüzeyler üzerinde özel bir tür kaplama oluşturmak üzere kullanımı ancak 1960'lı yıllarda gerçekleşmiş. Bu tür kaplamanın avantajları, örneğin ince kaplama oluşu (angstrom mertebesinde), yüzeye iyi tutunması, kimyasal açıdan inertliği ve düşük dielektrik sabitine sahip oluşu, anlaşıldıktan sonra kullanımı iyice yaygınlaşmış.

Plazma polimerizasyonu yüksek vakum tekniği olup, öncelikle monomerin (polimerlerin yapı taşları) yüzeyde birikmesi ve ardından polimerizasyonu şeklinde gerçekleşmekte. Plazma yöntemiyle oluşan polimerler genellikle yüksek derecede dallanmış ve çapraz-bağlı yapıda olup katı yüzeylere yapışıyorlar. Organik veya organometalik bileşiklerin plazma ortamındaki polimerizasyonu, klasik polimerizasyon reaksiyonlarından son derece farklı. Tüm klasik po-

limerleşmelerin gerçekleşmesi için monomerlerin reaktif gruba sahip olması gerekirken, plazma polimerizasyonu için böyle bir kısıtlama söz konusu değil. Hemen hemen tüm organik bileşikler plazma ortamında polimerleşebiliyor. Ancak elde edilen polimerler yapı olarak diğer yöntemlerle elde edilenlerden çok farklı.

Plazma polimerizasyonunun avantajları standart kaplama yöntemleriyle karşılaştırıldığında belirgin bir biçimde ortaya çıkıyor. Bir yüzeyin (örneğin metalik yüzey), uygun bir polimerle, standart yöntemler kullanılarak kaplanması şöyle bir işlem sırasını gerektiriyor: Yüzeye kaplanacak polimerin sentezi; sentezlenen bu polimerin uygun çözünücüde çözünmesiyle kaplama çözeltisinin hazırlanması; kaplanacak yüzeyin temizlenmesi; kaplama işleminin gerçekleştirilmesi; işlem sonrası yüzeyin kurutulması ve kaplamada oluşacak gerilmelerin yok edilmesi için ısı işlem uygulanması (kürleşme işlemi).

Plazma polimerizasyonu ile kaplamadaysa tüm bu basamaklar yerine işlem tek basamakta gerçekleşiyor. Bu nedenle plazma polimerizasyonunun kullanımını giderek yaygınlaşmakta. Özellikle, bilgisayar çipleri ve entegre devrelerinin, elektronik aksamaların, tıbbi implant ve protezlerin, otomobil motor aksamının kaplanmasında kullanılıyor. Gözlük camlarının ve diğer optik malzemelerin çizilmesini engelleyici kaplamalar ve yüksek-etkili pencere kaplamaları da diğer uygulamalar.

Plazma ile Sterilizasyon: Gıda ve tıp alanında kullanılan malzemelerin içerdikleri mikroplardan arındırılacağı sterilizasyon işlemlerini plazma ortamında gerçekleştirecek yeni sistemler geliştirilmiş durumda. Standart sterilizasyon işlemleri örneğin, "ısı ile sterilizasyon" ve "radyasyon" ile sterilizasyon çoğu malzemenin yapısını bozuyor. Oysa ki

KATI	SIVI	GAZ	PLAZMA
Buz H_2O	Su H_2O	Buhar H_2O	Yonlaşmış Gaz $H_2 \rightarrow H^+ + H^- + 2e^-$
Soğuk $T < 0^\circ C$	İlk $0 < T < 100^\circ C$	Sıcak $T > 100^\circ C$	Çok sıcak $T > 100.000^\circ C$
Hareketsiz moleküller	Hareketli moleküller	Serbest moleküller	İyon ve elektronlar serbest hareket ediyor

plazma teknolojisi çok çeşitli yüzeyler üzerindeki bakterileri birkaç saniyeden dakikaya kadar uzayabilen çok kısa sürelerde öldürebiliyor. Ayrıca bazı plazma sistemleri virüsleri, mantarları ve sporlarını dahi yok edebiliyor. Sterilizasyon amaçlı plazmaların en önemli özelliği de vakumda değil atmosferik basınçta çalışmaları.

Plazma ile Aydınlanma: İnsan-yapımı plazmaların en yaygın kullanımı lambalarda aydınlatma amaçlı kullanım. Plazma-temelli ışık kaynaklarının iki türü var, floresan lambalar ve yüksek-şiddetli ark lambalar. Floresan lambalar daha çok evlerimizde ve endüstride kullanılırken, ark lambalar genellikle endüstride ve güvenlik amaçlı olarak binaların dışında ve halka açık alanlarda kullanılıyor. Yüksek-şiddetli ark lambalarda gördüğümüz ışık doğrudan plazmanın verdiği ışık. Ayrıca plazma ortamına eklenen kimyasal elementler ile ışık özelliklerini kontrol edilebiliyor. Floresan lambalarda ise lambanın iç cidalarında beyaz renkli fosfor kaplama mevcut. Dolayısıyla bizim gördüğümüz renk bu kaplamanın rengi. Fosfor kaplama kaldırılırsa içerideki plazmanın mavi-mor rengini görebiliriz.

Plazma ve Çevre: Plazma-temelli sistemlerin yaydığı UV ve X-ışınları radyasyonu veya elektron demetleri çok sayıda çevre uygulamasında kullanılmakta. Bunlardan belki de en önemlisi su saflaştırma sistemleri. Yoğun UV ışınması mikroorganizmaların DNA'sını etkisiz hale getirerek su içerisinde çoğalmalarını engelliyor. Yaklaşık 12 saniye süren bu işlem sonucunda suyun tad ve kokusunda herhangi bir değişim olmamakta. Tekniğin kullanımı kolay ve maliyeti düşük. Ayrıca, plazma-temelli UV su saflaştırma sistemleri, suyu kaynatmaya nazaran 20.000 kat daha az enerji harcıyor.

Mikrodalga kaynaklı plazma, kirliliğin saptanmasında kullanılıyor. Elektron-demetiyle oluşturulan plazma reaktörleri ise tehlikeli kimyasal atıkların giderilmesinde etkin.

Plazma ile Enerji Üretimi: Dünyanın nüfus artışına paralel olarak enerji ihtiyacı da her geçen gün artıyor. Gelecekteki enerji ihtiyacını karşılamak için yeni ve uzun-sürelili kullanılabilecek kaynaklar aranıyor.

Güneşin yaydığı enerji, atomların birleşmesi sonucu gerçekleşen füzyon prosesi ile üretiliyor. Füzyonun oluşumu için en uygun ortam yıldızlar. Araştırmacılar bu tür koşulları dünyada da yaratıp füzyon gerçekleştirmeye çalışıyorlar. Füzyonda çok hafif elementler, genellikle hidrojen izotopları çarpışır ve nükleer reaksiyon sonucunda daha kararlı helyum çekirdeği ve diğer yan ürünler oluşur. Net kütle kaybı, Einstein'ın meşhur eşitliğiyle verilen serbest enerjiye dönüşür. Konuyla ilgili çalışmalar Princeton ve Rochester Üniversiteleri başta olmak üzere dünyanın önde gelen araştırma merkezlerinde yürütülmekte.

Prof. Dr. Menemşe Gümüşderelioğlu
Arş. Gör. Hilal Türkoğlu
Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği ve
Biyomühendislik Anabilim Dalları, Ankara

Kaynaklar

Gümüşderelioğlu, M., "Polimer" ders notları, HÜ, 2003.
Oehr, C., "Plasma Surface Modification of Polymers for Biomedical Use", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 2003.
<http://images.google.com.tr/imgres?imgurl=solar.physics.montana.edu/antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap000524.html>
www.ellisonurfatech.com/Processes.htm