

Plazma Prosesi ve Biyotıp Uygulamaları

Tıbbi aletlerde/cihazlarda kullanılan teknik malzemelerin biyolojik sistemlerle etkileşimi yüzeyleri aracılığıyla olur. Çoğu zaman istenen “malzeme-biyolojik çevre” etkileşimini sağlamak için bu yüzeylerin ayarlanması gerekir. Plazma prosesi, foton ve aktif türlerin malzeme yüzeyiyle birkaç yüz angstromdan on mikrometreye kadar tepkimesini sağlayarak malzemenin sadece yüzey özelliklerini değiştiriyor. Tıbbi aletlerin ve protezlerin sterilizasyonundan, kanamanın durdurulması ve kırışıklıkların giderilmesi gibi kozmetik uygulamalarda dahi kullanılabilen plazma, biyotıp dünyasında büyük umut vad ediyor.

Plazma sözcüğünü fizik dünyasına yazılı olarak sunan ilk kişi Langmuir'dir. Langmuir 1929 yılında gaz deşarj tüpleri üzerine yaptığı çalışmalarda plazmanın bir canlı gibi davrandığını düşünmüş ve iyonlaşmış gaz topluluğuna daha çok yakışacağını düşündüğü plazma adını vermiş. Plazma, içerisinde yüksüz türleri, negatif ve pozitif yüklü elektronları içeren iyonlaşmış gaz halidir. Evrenin % 99'u plazma durumunda, geriye kalan % 1'in bir bölümü katı, çok küçük bir bölümü de sıvı durumunda. Kuşkusuz, gaz durumunda ki her ortamı plazma olarak tanımlayamayız. Ancak kozmik koşullar altında, soğuk yıldız atmosferleri plazma özelliği sergiler. Evrende hâlihazırda var olan astro-plazmanın yanı sıra, laboratuvarında oluşturulan plazma iki ana gruba ayrılabilir; yüksek sıcaklık veya füzyon plazma ve düşük sıcaklık veya gaz-yük boşalım plazması. Sıcak plazmaya örnek olarak güneş sistemi verilebilir. Soğuk plazma ise laboratuvar koşullarında elektriksel boşalım veya ışık kaynaklarıyla oluşturulabilir.

Biyotıp Gereksinimleri: Biyotıp alanında kullanılan malzemelerin bazı özelliklerinin iyi belirlenmiş olması gerekir. Uygulama sırasında malzemenin biyolojik ortama herhangi bir madde salınmamalı (katkı maddeleri, kalıntılar gibi); biyolojik ortamda bozunma istenmediği durumlarda malzeme kullanım süresince özelliklerini yitirmemeli ve özellikle polimer (plastik) malzemeler için kullanım öncesi sterilizasyon mümkün olmalı. Bu gereksinimler malzemenin hem yığın hem de yüzey özelliklerini ilgilendirir. Aslında biyotıp alanında kullanılan malzemenin beklenen özellikler uygulama yerine göre değişir. Bu noktada biyoyumulluk tanımı, biyolojik ortamda kullanılan malzemenin uygulama yerine uygun/istenilen cevap verebilme yetisi, karşımıza çıkıyor. Deri ile temasta bulunacak bir malzemenin beklediğimiz özelliklerle kanla temas halinde olan malzemenin beklediğimiz özellikler aynı değil. Her uygulamaya yönelik olarak kullanılan malzemenin fiziksel ve kimyasal özellikleri iyice tanımlanmalı ve ön çalışma için

malzeme kullanım öncesi uygulanacağı bölgeyle doğrudan temas haline getirilerek biyolojik sistemin malzemeye tepkisi araştırılmalı.

Malzemeye istenilen yüzey özelliklerini kazandırmak için çeşitli fiziksel, kimyasal ve radyasyon yüzey ayar teknikleri mevcut. Plazma yüzey ayarı, esnek ve etkili bir süreç oluşunun yanı sıra çevre dostu ve güvenli olmasıyla diğer tekniklerden ayrılıyor. Hemen hemen her geometrideki malzeme ve ısıya karşı hassas malzemeler plazma ile ortam sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta ayarlanabiliyor. Plazma ayarı ile malzemenin sadece yüzeye yakın bölümü ayarlanıyor, böylece malzeme diğer özelliklerini koruyabiliyor. Plazma prosesi kuru bir yöntem olduğundan dolayı zararlı çözücülerin kullanıldığı kimyasal yöntemlere alternatif olarak karşımıza çıkıyor.

Plazma Sterilizasyonu: Vücutla temas halinde bulunan tıbbi aletlerin mutlaka sterilize edilmesi gerekiyor. Sterilizasyon işlemi genellikle buharla yapılıyor, fakat tıbbi malzemeniz plastikten yapılmışsa bu yöntemi kullanıyorsunuz çünkü yüksek sıcaklığa çıktıkça plastik malzemenin yapısı bozuluyor. Dünya piyasasında üretilen plastiklerin %1-2'si biyotıp uygulamalarında kullanılıyor, bu da biyotıp ala-

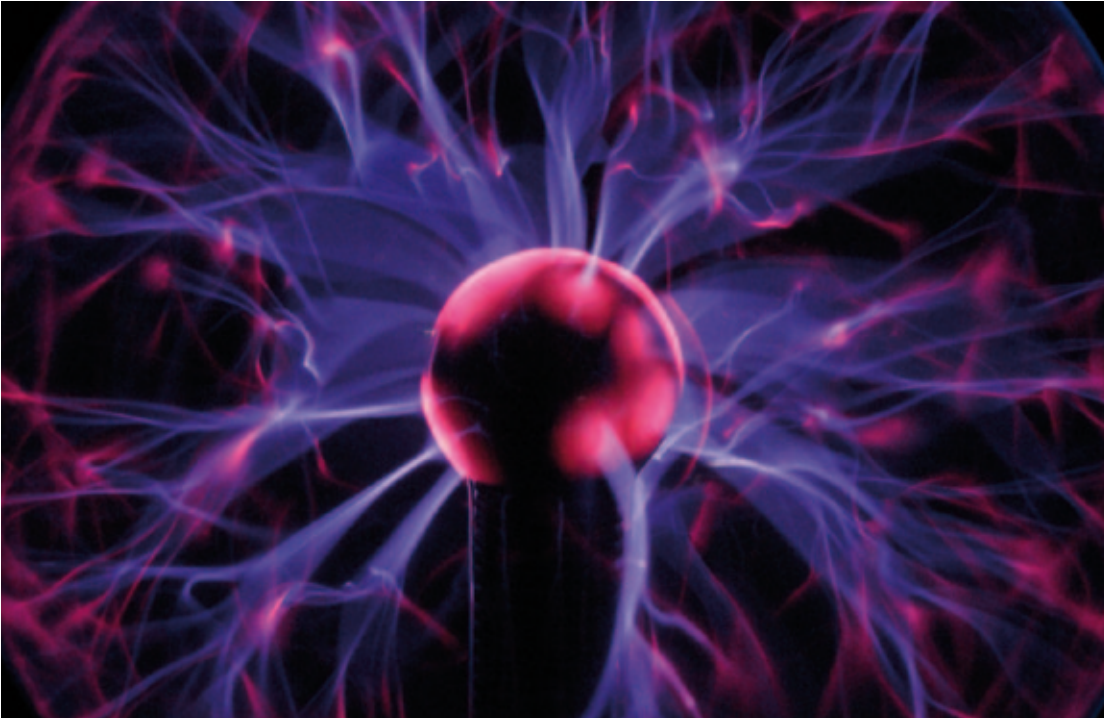
nında kullanılan malzemelerin %50'sine denk geliyor. Tıp alanında kullanılan şırıngalar, Petri kapları plastik malzemelere örnek olarak verilebilir. Plastik malzemelerin sterilizasyonu için "malzeme-dostu" düşük sıcaklık plazma kullanılıyor. Plazma sterilizasyonu ile çok kısa sürelerde mikrobiyal hücrelerin etkinliği azaltılabiliyor ve ayrıca hücre kalıntıları giderilebiliyor. Plazma ortamında hâlihazırda var olan gaz karışımları sterilizasyonda kullanıldığı için ek maliyet getirmemesi yöntemin diğer avantajı.

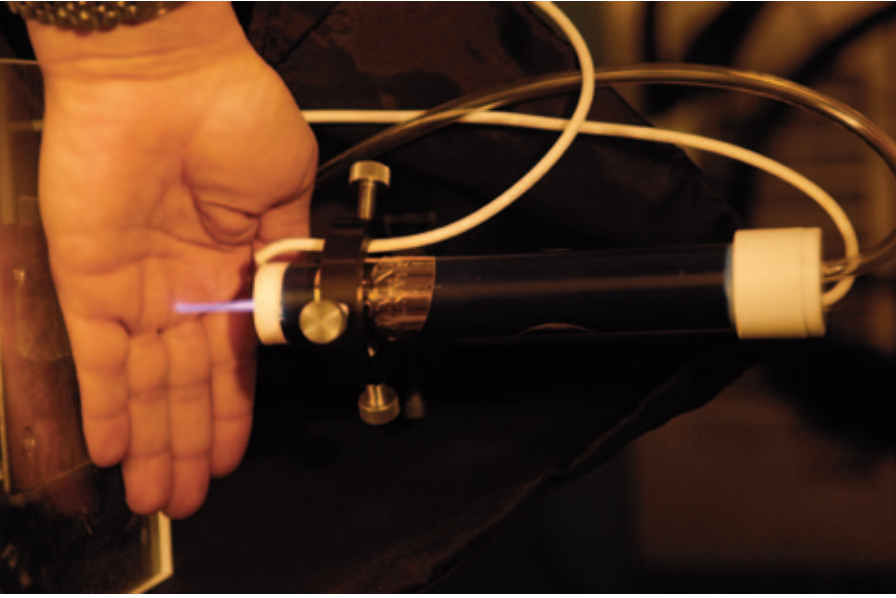
Tıbbi Aletlerin Karbonla Kaplanması: Tıbbi protezler/implantlar ve aletler biyolojik olarak uyumlu ve uzun ömürlü olmalı. Plazma yöntemi kullanılarak amorf karbonla kaplanmış yüzeyin, özellikle kan hücreleriyle, fibroblast (bağ dokusu hücresi) ve osteoblast (kemik öncü hücresi) hücreleriyle temas halindeyken istenilen biyoyumuşluğunu ve kararlılığını sergilediği gözlenmiş. Bu nedenle plazma yöntemi kullanılarak yüzeyin karbonla kaplanması kardiyovasküler, ortopedik ve özellikle cerrahi uygulamalar için cazip hale gelmiş. Bu uygulamaların dışında sonda ve stent gibi ürolojik implant yüzeylerinin plazma yöntemi ile karbonla kaplanması implant yüzeyinde bakteri kolonilerinin oluşmasını önlediği için tercih ediliyor.

Mikroakışkan Aletlerin İç Yüzeylerinin Plazma ile Muamelesi: Günümüzde, çok küçük hacimde sıvıların, genellikle sulu solüsyonların, analizi için kullanılan ve mikroakışkan olarak adlandırılan cihazlar üzerine geniş çapta araştırmalar yapılmakta. Araştır-



Ozan Özkan, Lisans eğitimini Dokuz Eylül Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. Halen, Hacettepe Üniversitesi Biyomühendislik Ana Bilim Dalı'nda Doktora eğitimini sürdürüyor. 2007 yılından beri Atılım Üniversitesi Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışıyor. Çalışma alanları polimerik ve kompozit biyomalzemeler ile bunların sentezlenmesi, yüzey modifikasyonu ve karakterizasyonu.

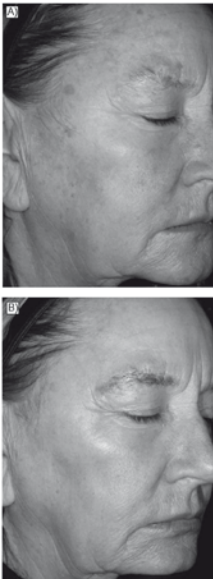




ma odağı tek kullanımlık mikroakışkan aletlerin, iç yüzeylerinin plazma ile muamele edilerek suyu sever hale getirilmesi favori uygulamalar arasında. Ayrıca mikroakışkan aletlerin iç yüzeyleri plazma yöntemi ile farklı kimyasallarla kaplanarak, kullanım yerine göre protein tutunmasını indirgeyici veya abtibi, nükleik asit gibi biyomoleküllerin bağlanması tetikleyici özellikler sergileyebiliyor.

Plazma-Baskılama Yöntemi ile Desenlenmiş Plastik Yüzeylerin Eldesi: Plazma ile plastik malzeme yüzeyinde desenler oluşturarak uygulama amacına göre yalıtkan yüzeyler elde edilebiliyor ve hatta geliştirilen bu desenli yüzeyler, üzerinde hücrelerin büyümesi için uygun hale getirilerek modern biyoteknoloji uygulamalarında kullanılabilir. Mikroplazmalar kullanarak yüzeydeki 10 mikrometre boyutundaki oyuklar içerisinde istenilen özelliklerin eldesi mümkün.

Kozmetik Uygulamalar: Kırışıklıkların Giderilmesi: Bir İngiliz firması, ciltteki kırışıklık, yara ve lekelerin tedavisi için derinin yenilenmesini, onarımını ve canlanmasını sağlayan azot plazma yöntemi geliştirdi. Firma, azot plazma enerjisinin derinin derinliklerine kadar inebildiğini ve plazmaya maruz bırakılan derinin birkaç gün sonra döküldüğünü ve bu deri dökülmesinin yeni deri tabakalarının oluştuğunu gösterdiğini iddia etti. Hastaların çoğunluğunda geliştirdikleri yöntem başarı gösterdi. Firma, bulduğu yöntemi akne yaralarının tedavisi için yeni bir yol olarak piyasaya sunmak için 2008 yılının Nisan ayında, Amerika Birleşik Devletleri FDA (Gıda ve İlaç Yönetimi) onayını aldı, fakat, ne yazık ki ekonomik nedenlerden dolayı aynı yılın Kasım ayında iflas etti.

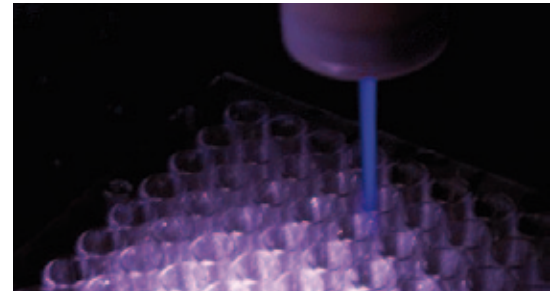


Kan Bileşenlerinin Plazmayla Pıhtılaşması:

Argon plazma pıhtılaşma tekniği aktif kanamanın ve damarsal anomaliliklerin kontrolü için endoskopik olarak uygulanmakta. Yöntem kanamanın olduğu bölgede hızlı bir şekilde pıhtılaşmayı sağlıyor. İşlem sırasında aletin ucu dokuya hiçbir şekilde değmiyor ve plazma bulutundan termal enerjinin aktarılması sayesinde uygulandığı bölgede pıhtılaşma sağlanıyor. Kanın pıhtılaşması için uygulanan klasik ısıyla tedavi yönteminde ise aletin ucu dokuya değiyor ve dokuya zarar verme olasılığı artıyor. Bu nedenle plazma yöntemi solunum ve sindirim sistemi gibi hassas dokulara rahatlıkla uygulanabiliyor.

Plazma ile Dokunun Yerinden Kesilip Çıkarılması: "Helyum Termal Kesme Sistemi" (Helica), lazer ya da ısıyla muamele gibi dağlama etkisi yaratmakta. Bu sistemin ilk kullanımı rahim içerisinde yer alan tabakanın rahim dışı bölgelerde oluşmasına sebep olan endometriyozis hastalığının tedavisi.

Dokunun Bıçakla veya Işınla Ayrılması: Argon-tabanlı aletler "plazma neşteri" oluşturmak için kullanılıyor. Elektriksel olarak yüksüz olan Argon plazma, temasta olduğu dokuya hem termal hem de kinetik enerjiyi aktarıyor. Ortamda bulunan kinetik enerji sayesinde işlem yapılan alandaki sıvı dağıtılıyor, böylece kesme işlemi için daha etkili olan kuru ortam yaratılıyor. Termal enerji sayesinde ise muamele edilen doku kesiliyor, hızlıca kanın pıhtılaşması sağlanıyor. Aletin ucu 450°C'ye varan sıcaklıklara ulaşsa bile, çok küçük bir alanda ısının yayılması çok az hasara yol açıyor.



Kaynaklar

G. Lloyd, G. Friedman, S. Jafri, G. Schultz, a. Fridman, K. Harding, "Gas Plasma: Medical Uses and Developments in Wound Care", Plasma Processes and Polymers, 6, DOI: 10.1002/ppap.200900097, 2009.
R. Fellenberg, "Biomedical Applications of Plasma Processing", 50th Annual Technical Conference Proceedings, ISSN 0737-5921, 2007.
H. Türkoğlu-Şaşmazel, Biyomalzemeler, Ders Notları, Atılım Üniversitesi, 2008.