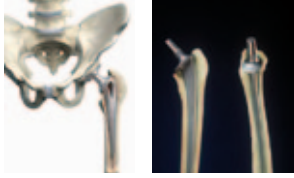


Biyomalzeme Dünyasında Silikon



Silikon yıllardır inşaat sektöründen tekstil sanayisine, deterjan üretiminden kozmetik ve ilaç uygulamalarına varan çok farklı alanlarda kullanılıyor. Hızla gelişen teknolojinin yardımıyla günümüzde özellikle çene ve yüz cerrahisinde, çene, burun, yanak ve kulak kepçesi gibi bölgelerdeki estetik amaçlı uygulamalarda, doğuştan gelen hasarların düzeltilmesinde, yaralanma ve kanser sonrası yapılan rekonstrüktif ameliyatlarda en çok tercih edilen implant malzemesi olmayı başardı.

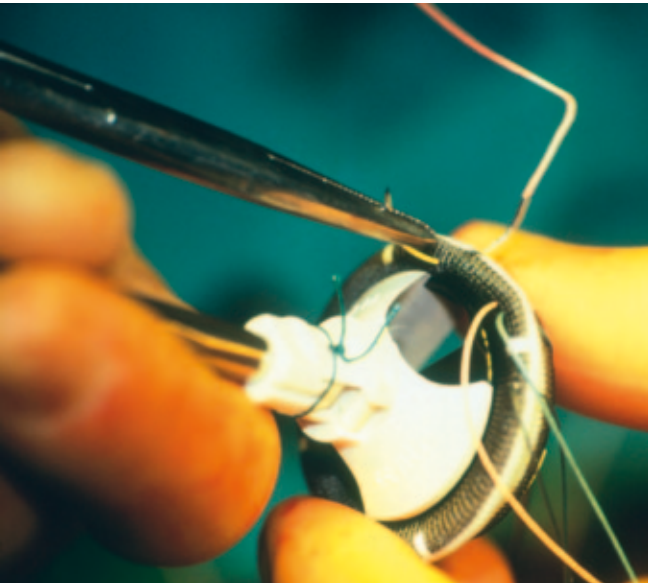
Biyomalzemeler, vücudun herhangi bir bölümünde güvenli ve fiziksel olarak uygun şekilde işlev görebilen malzemeler olarak tanımlanabilir. Birçok malzeme ve alet, hastalık ve yaralanmaların tedavisinde kullanılıyor. Ameliyat iplikleri, diş dolgu malzemeleri, kemik plakaları sıklıkla kullanılan biyomalzeme örnekleri. Biyomalzemeler yaşayan sistemin bir kısmıyla yer değiştirebilir veya canlı dokuyla sürekli temas halinde (işitme cihazları ve takılabilir yapay uzuvlar) kullanılabilir. Yanık vakası gibi durumlarda biyomalzemeler tıpkı deri gibi dış ortama karşı bariyer oluşturuyor. Biyomalzemeler, üretimlerinde kullanılan malzeme türlerine göre metalik, seramik, polimerik ve kompozit biyomalzemeler olmak üzere dört grupta incelenir.

Metalik biyomalzemeler, farklı formlarda implant olarak insan vücudunda kullanılırlar. İnsan vücudunda kullanılmak üzere geliştirilen ilk metal olan “vanadyum çeliği” kemik ve kırıkdağlarda plaka ve vida olarak kullanılmış. Vanadyum çeliğinin en önemli özelliği mukavemet ve elastikiyetini uzun süre muhafaza etmesi. Paslanmaz çelikler, titanyum, altın, kobalt ve benzeri metal ve metal alaşımları, insan vücudunda yaygın olarak kullanılan diğer metalik malzeme türleri. Bu malzemeler ortopedik uygulamalarda eklem protezi, yüz ve çene cerrahisinde kemik yenileme malzemesi olarak, kalp-damar cerrahisinde yapay kalp parçaları, vana ve kalp kapakçığı olarak kullanılıyor. Ayrıca teşhis ve tedavi amaçlı kullanılan biyotıp cihazlarının üretiminde de metalik biyomalzemeler tercih ediliyor. Fakat yüksek mekanik dayanıma sahip olmalarına rağmen biyouyumluluklarının yani vücutla uyuşabilirliklerinin yeterli olmaması, korozyona uğramaları, dokulara göre sert olmaları ve dokuda alerjik tepkilere sebep olabilecek iyon salımı yapma ihtimali taşımalarından dolayı metalik biyomalzemelerin uygulamalarında sorunlarla karşılaşılıyor.

Seramik biyomalzemeler, yapısında alüminyum oksit, magnezyum oksit ve silisyum oksit gibi, metalik ve metalik olmayan elementler ve çeşitli refraktif yani ışığı kıran malzemeler içerirler. Yapısında bulundukları elementlere göre biyoseramikler, alüminyum oksit (alümina), zirkonyum oksit (zirkonya), kalsiyum fosfat (hidroksi apatit), cam seramikler ve diğer seramikler (titanyum oksit, kalsiyum alüminat, karbonlar) olarak sınıflandırılır. Seramik malzemeler kolay üretilenle-



Hilal Türkoğlu Şaşmazel, lisans derecesini Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden, yüksek lisans ve doktora derecelerini yine Hacettepe Üniversitesi Biyomühendislik Ana Bilim Dalı'ndan aldı. Doktora eğitimi sırasında TÜBİTAK Yurtdışı Araştırma Bursu'nu kazanarak 9 ay süreyle Wisconsin/ Madison Üniversitesi'nde araştırmalarını sürdürdü. Çalışma konuları polimerik ve kompozit malzemelerin yüzey modifikasyonu ve karakterizasyonu, biyomalzemeler, doku mühendisliği ve hücre kültürü uygulamalarıdır. Halen Atılım Üniversitesi Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde Yrd. Doç. Dr. olarak çalışmaktadır.





Zeynep Atik, lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nde tamamladıktan sonra, Yüksek lisansını Hacettepe Üniversitesi Biyomühendislik Ana Bilim Dalı'nda tamamladı. Halen Hacettepe Üniversitesi Biyomühendislik Ana Bilim Dalı'nda doktora eğitimine devam etmekte ve aynı zamanda "Yumuşak ve Kırıkdak Doku Onarımı..." başlıklı TÜBİTAK 1001 araştırma geliştirme projesinde bursiyer olarak çalışmalarını sürdürüyor.

ri nedeniyle yapay tendon ve ligamentlerde, vücut sıvısıyla herhangi bir tepkime vermedikleri için ve aynı zamanda estetik olarak doğal diş görünümü sergilemelerinden dolayı diş hekimliği uygulamalarında ve kan geçirgenliğini kolaylaştırmaları sebebiyle yapay kalp damarlarında kullanılıyor. Ancak seramik malzemelerin yorulmaya, değişik darbe ve basınçlara karşı dayanımları tam olarak bilinmiyor ve bu da malzeme dezavantajı olarak görülüyor.

Polimerik biyomalzemeler, çok sayıda aynı veya farklı atomik grupların kimyasal bağlarla, az ya da çok düzenli biçimde bağlanarak oluşturduğu uzun zincirli-yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerden yani polimerlerden oluşan malzemeler. Polimerler, nişasta, selüloz, doğal kauçuk ve DNA gibi doğal formlarda bulunabildikleri gibi, polimetilmetakrilat (PMMA), polivinilklorür (PVC), politetrafloroetilen (PTFE), polidimetilsiloksan (PDMS), polietilen (PE) gibi sentetik olarak da üretilebiliyor. PMMA göz içi lenslerde ve sert kontakt lenslerde, PE kateterlerde, yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) yapay kalça protezlerinde, PVC kan naklinde ve diyalizde kullanılır. Polimerik biyomalzemeler çeşitli şekillerde (film, plaka vb.) kolayca üretilebilmeleri, kimyasal ve ısıl kararlılıkları, istenilen mekanik ve fiziksel özelliklerde elde edilebilmeleri ve maliyetlerinin pahalı olmaması gibi getirilerinden dolayı seramik ve metal biyomalzemelelere göre daha avantajlı konuma sahip.

Kompozit malzeme, farklı kimyasal yapıdaki iki ya da daha fazla sayıdaki malzemenin özelliklerini koruyarak oluşturduğu çok fazlı malzeme olarak tanımlanıyor. Bu çok fazlı malzeme kendini oluşturan bileşenlerden birinin tek başına sahip olmadığı özelliklere sahip. Kompozit malzeme "matris" olarak adlandırılan bir malzeme içerisine çeşitli güçlendirici malzemelerin eklenmesiyle hazırlanıyor. Matris olarak çeşitli polimerler, güçlendirici olarak da cam, karbon ya da polimerik lifler, bazen de mika ve çeşitli toz seramikler vücut içerisindeki uygulamalarda güvenle kullanılabilir. Birçok özelliğinin metalik malzemelere göre farklı olmasından dolayı kompozit malzemeler önem kazanmış. Kolay şekil almaları, korozyona ve kimyasal etkilere karşı dayanımlarının yüksek olması ve manyetik özellik taşınamaları (böylece manyetik dalgaların kullanıldığı tanı sistemlerinin kullanımında sorun oluşturmazlar) nedeniyle kompozit malzemeler tercih ediliyor. Ancak çoğu durumda maliyetlerinin yüksek olması önemli bir dezavantaj.

Silikon

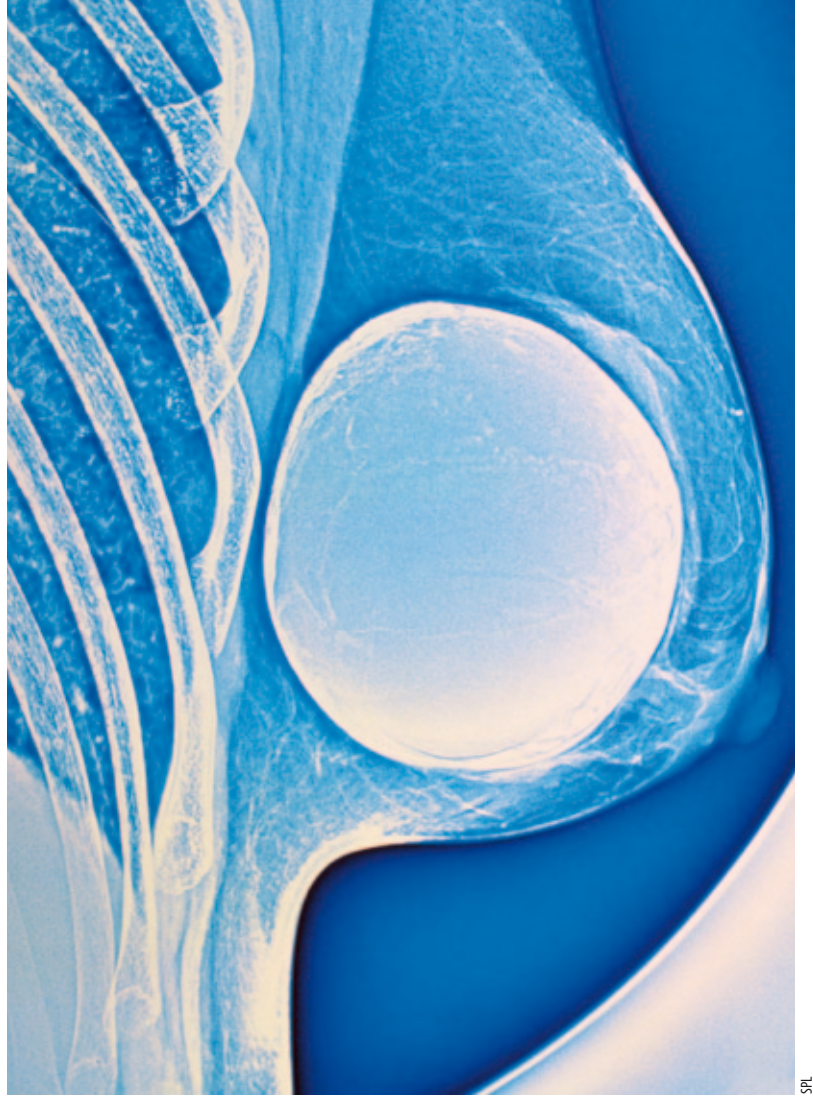
Polisiloksan olarak da bilinir ve sentetik polimerler sınıfında yer alır. İskeletinde silisyum (Si) ve oksijen (O) bağlarının tekrarlanmış hali bulunur. Silikon molekülü içerisinde metil (CH₃) grupları varsa yapı polidimetilsiloksan (PDMS) olarak adlandırılır. Silikon polimer zincirlerinin esnekliği, ısıya dayanımları/termal kararlılıkları, geçirgenliği, dielektrik (yalıtkan) özelliğinin iyi olması ve suyu sevmez (hidrofofik) özelliği bu polimerik malzemeleri inşaat sektöründen tekstil sanayisine, deterjan üretiminden kozmetik ve ilaç uygulamalarına varan farklı kullanım alanlarında cazip hale getiriyor. Silikonun endüstriyel kullanımı 1940'lı yıllardan bu yana devam ediyor. Son yıllarda renklendirici ve dolgu malzemesi olarak birçok malzemenin üretiminde kullanılıyor. Örneğin modern bir arabanın üretiminde 50'den fazla silikon tabanlı malzeme kullanılıyor.

Sahip olduğu avantajlardan dolayı silikon malzemeler tıp alanında yoğun bir şekilde tercih ediliyor. Silikon ve silikon bileşikler kayganlaştırıcı ve yapıştırıcı olarak kullanıldığı gibi doku implantı, diyaliz tableti ve kan pompası olarak da kullanılıyor. Silikon esaslı polimerik malzemeler genellikle tek kullanımlık tıbbi destek malzemesi, protez malzemesi ve dişçilik malzemesi olarak, kontrollü salım sistemleri ve doku mühendisliği alanlarında tercih ediliyor. Silikonun suyu sevmez özelliği 1940'lı yılların ortalarında kanın pıhtılaşmasını önlemede kullanılmış ve bu uygulamada silikonun kan akışını kolaylaştırdı-



ğı ve silikon kaplı iğnelerin hastalara daha az acı verdiği gözlenmiş. Silikon esaslı polimerik malzemelerin biyolojik açıdan önemi büyük. Bu nedenle silikon yaklaşık 60 yıldır bilim dünyası tarafından tartışılıyor. Bu tartışmalar çoğunlukla silikonun fizyolojik ve patolojik etkilerini temel alıyor. 1962 yılında silikon jel içeren meme implantları silikon bir zarf içerisinde tedavi amaçlı ameliyatlarda veya rekonstrüktif cerrahide kullanılmış. Zaman içinde silikonun estetik cerrahide, özellikle meme protezlerinde kullanımını hızla artmış. Ancak bu uygulamalar sonucunda malzemenin beklenen cevabı vermediği, çeşitli sağlık sorunlarına neden olduğu görülmüş ve bunlar giderilmeye çalışılmış. Silikonun fizyolojik önemi yani memeli hücreleriyle ve yaşayan çevre dokuyula etkileşimi ise 1970'lerden bu yana incelenmiş.

Silikon biyomalzemeler yaygın olarak kullanılmalarına karşın uygulamada sorunlar çıkıyor. Başka maddelerle kimyasal tepkimeye girmeme özellikleri sebebiyle buldukları ortamda çevre dokuyula etkileşmezler. Örneğin silikon implant, eğer yerleştirildiği yer çene gibi hareketli ise o bölgeye iyi tutunamaz ve konulduğu yerden hareket ederek konum değiştirir. Bu da estetik bir sorun oluşturur. Sorunun çözülmesi için köpükten yapılmış desteklerin, pamuk topakların ve stentlerin kullanımı önerilmiş. Fakat önerilen uygulamalarda hastanın iki defa cerrahi müdahaleye maruz kalması söz konusu oluyor. Bu nedenle alternatif olarak verilen bu yöntemlerin uygulanması zorlaşmış ve çoğu zaman da beklenen başarıya ulaşılamamış.



SP1



SP1

Ayrıca çeşitli kimyasal ve biyolojik yöntemler malzeme yüzeyine uygulanarak malzemenin biyolojik olarak aktif hale gelmesi sağlanıyor. Böylece malzeme çevre dokudaki hücrelerle daha kolay ve hızlı bir şekilde bir araya gelerek sağlıklı, yeni hücre ve dokuların oluşumunu sağlıyor. Bu bilimsel ve teknolojik gelişmeler silikon biyomalzemelerin tıp dünyasında yerini koruyacağını hatta bu yelpazede kullanım payını artıracığını gösteriyor.

Son yıllarda silikon biyomalzemelerin hareketliliğini ortadan kaldırmak ve yüzeye iyi tutunmasını sağlamak için gözenekli silikon biyomalzemelerin üretimine geçilmiş. Gözenekli silikon üretiminde genellikle yüzeyi aşındırma yöntemleri kullanılıyor ve malzemede nano boyutta gözenekler elde ediyor. Bunun dışında tuz gibi gözenek yapıcı maddelerin kullanımıyla malzemede mikrodan makroya varan boyutlarda gözenek elde etmek de mümkün.

Kaynaklar

Türkoğlu Şaşmaz, H., Biyomalzemeler, Ders Notları, Atılım Üniversitesi, 2008.
Atık, Z., "Yumuşak ve Kırılabilir Doku Onarımı/Rekonstrüksiyonu için Gözenekli/Biyoaktif Silikon

İmplantların/Protezlerin Üretimi", Hacettepe Üniversitesi Biyomühendislik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2010.
Gümüşderelioğlu, M., "Biyomalzemeler", Yeni Ufuklara, Bilim ve Teknik, Temmuz 2002.