

# Dijital Biyolojik Dönüştürücüler

Başak Kandemir [ Gebze Teknik Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Araştırma Görevlisi

Geleneksel üretim endüstrisinde ürünler genel olarak farklı bölgelerde üretilir ve koordineli bir şekilde bir araya getirilerek son ürün elde edilir. Ancak bu süreç hayli zahmetlidir. Özellikle biyolojik ürünlerin üretilmesi ve taşınması açısından çok da avantajlı değildir. Çünkü sentetik biyoloji ve modern teknolojinin doğa bilimlerine uygulanarak yeni ürünlerin geliştirilmesini hedefleyen biyoteknoloji alanlarındaki hızlı gelişmeler nedeniyle geleneksel üretim teknolojisi biyolojik ürünlerin (sentetik DNA, RNA, proteinler ve kromozomlar) sentezlenmesi konusunda yetersiz kalıyor.

Bu sorunun çözümü için öne çıkan iki yaklaşım var: birincisi biyolojik materyallerin üretim sürecini basitleştirmek, ikincisi ise süresini kısaltmak. İki yöntemin bir arada uygulanması ise ürünün kısa sürede basitçe üretilmesini mümkün kılarken, taşınma ya da birleştirilme esnasında karşılaşılabilecek problemleri ortadan kaldırarak zaman tasarrufu sağlayabilir.

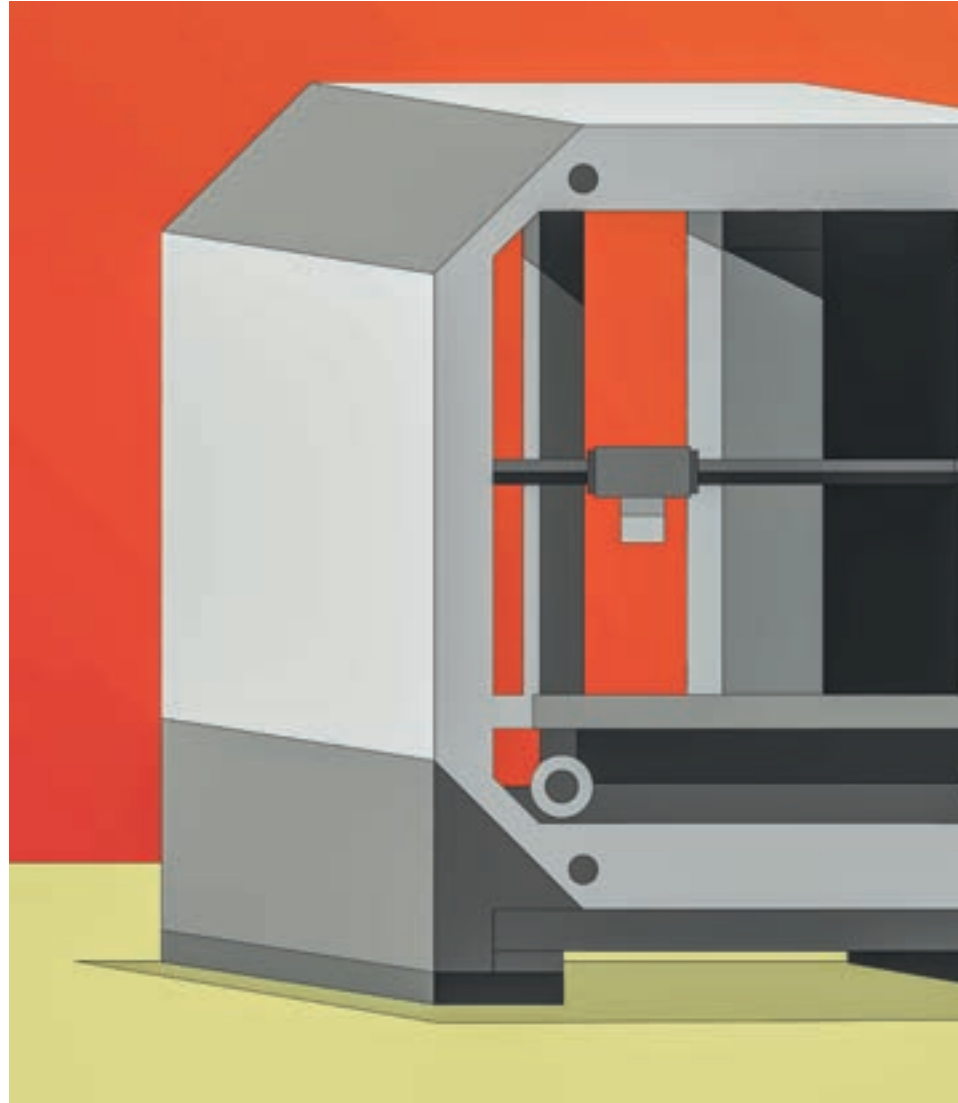
Basit ve kısa süreli üretim, özellikle mühendislik deneyimlerinden faydalanarak biyoloji ve tıpta karşılaşılan problemlere çözüm üreten mühendislik dalı olan biyomedikal

alanındaki uygulamalar açısından önemli. Örneğin salgın bir hastalık durumunda acil durum müdahalesinin yerinde yapılması hayati önem sahiptir. Çünkü korumaya alınan bölgede ihtiyaç duyulan ilaç, aşı vb. tıbbi ürünlerin taşınabilir sistemler sayesinde yerinde üretimi, hastalı-

**DNA, RNA, protein gibi biyolojik ürünlerin renkli mürekkepler yerine kimyasal maddeler içeren yazıcı benzeri bir cihazla sentezlenmesi üretim sürecini kolaylaştırıyor.**

ğın tedavisine ve yayılmasının engellenmesine yönelik biyomedikal uygulamaları kolaylaştıracaktır.

Basit ve kısa süreli üretim aynı zamanda gıdadan kozmetiğe çeşitli endüstri alanlarında kullanılabilen biyolojik ürünlerin ihtiyaca göre üretilmesine imkân sağlıyor.



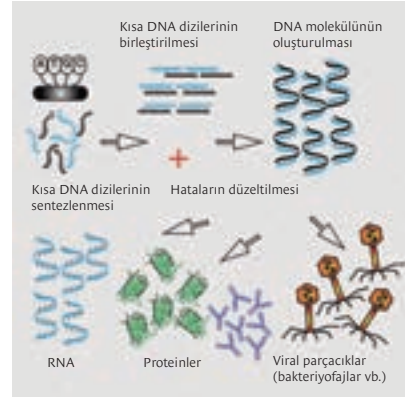
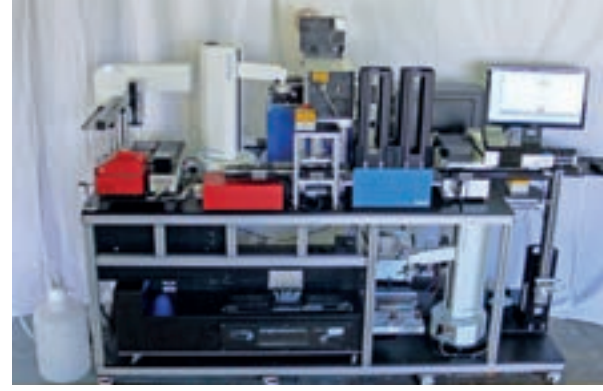
Böylece biyolojik ürünler “tasarla-yap-test et” döngüsü ile sentzlenebiliyor. Bu sayede biyoteknoloji alanındaki araştırmalara hız kazandırmak mümkün olabilir.

İnsan Genom Projesi’nde (insanın gen haritasının oluşturulması projesi) çalışan bilim insanlarından Craig Venter bu amaçla “dijital biyolojik dönüştürücü” isimli bir sistem geliştirdi. Dönüřtürücü, insan müdahalesine ihtiyaç duymaksızın dijital olarak DNA dizi bilgisine ulaşıyor ve ardından karmaşık biyolojik ürünleri sentzleyebiliyor.

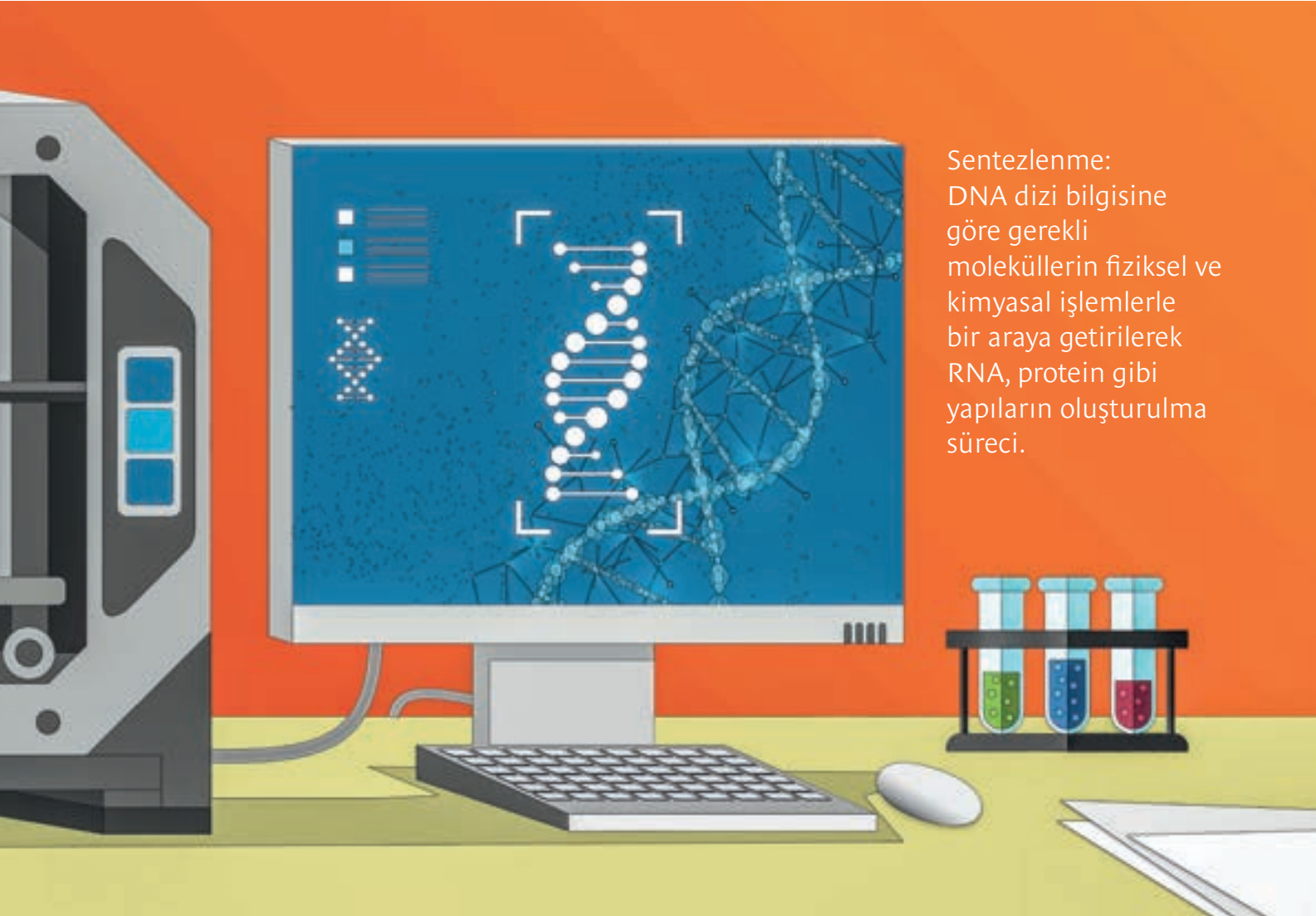
Dönüřtürücü birden fazla cihazın bileşiminden oluşuyor. Sistemin çalışması için öncelikle örnek olarak kullanılacak DNA’nın dizili-

mi çıkarılıyor. Daha sonra üretimi yapılacak biyolojik maddelerin sentzlenmesi için gerekli malzemeler cihaza yükleniyor ve işlem başlatılıyor. Ardından sentzlenen biyolojik ürün saflaştırılarak son ürün elde ediliyor. Böylece üretim ilk basamaktan son basamağa kadar tek bir yerde gerçekteştirilebiliyor.

Bu sistemin en avantajlı özelliği ise geliştirilebilir olması. řu an dünyada sadece tek bir dijital biyolojik dönüştürücü var. Sistemin geliştirilmesine ve biyolojik ürünlerin bu sistemde büyük miktarlarda üretilebilmesine yönelik araştırmalar devam ediyor. Sistem birkaç yıl içinde günlük hayatta kullanılmaya başlanabilir. ▶



Dijital biyolojik dönüřtürücünün prototipi



Sentezlenme: DNA dizi bilgisine göre gerekli moleküllerin fiziksel ve kimyasal işlemlerle bir araya getirilerek RNA, protein gibi yapıların oluşturulma süreci.

# Üç Boyutlu Biyoyazıcıyı Kendin Yapabilirsin

ABD'deki Carnegie Mellon Üniversitesi'nden bilim insanları düşük maliyetli bir biyoyazıcı sistemi geliştirdi.

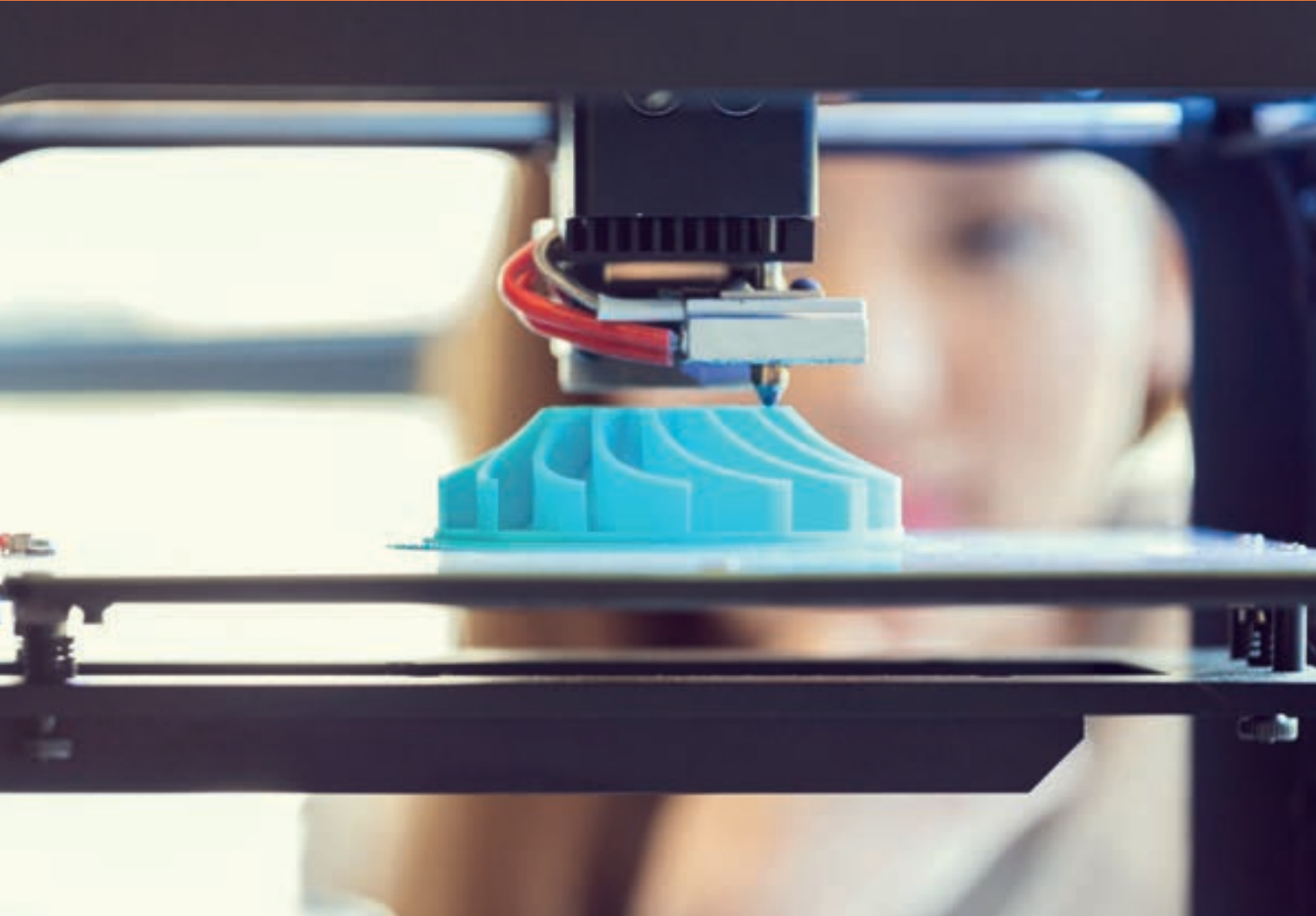
Günümüzde ticari olarak satılan biyoyazıcılar genellikle kapalı sistemlerdir. Bu nedenle cihaz üzerinde değişiklik yapılması zordur.

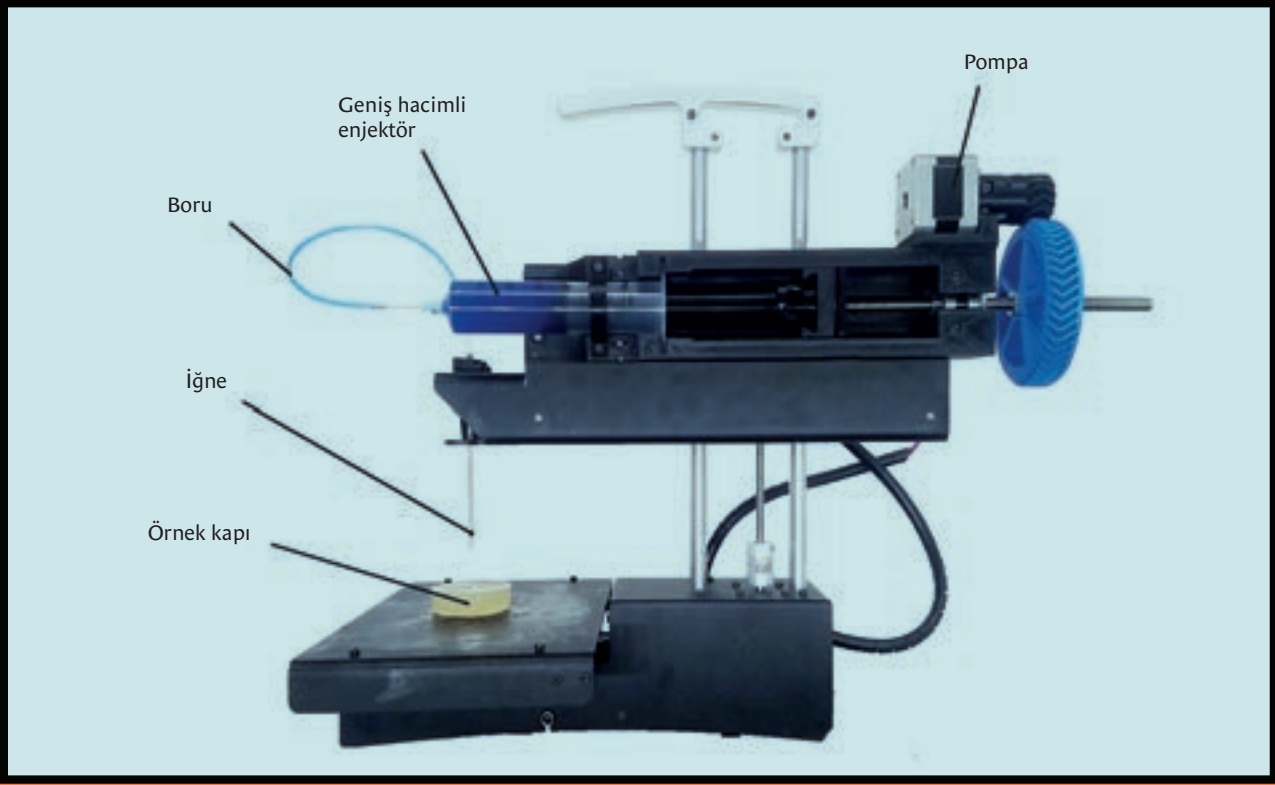
Bu sistemlerin fiyatı 10 bin ile 200 bin dolar arasında değişiyor. Yazıcıyı oluşturan parçaların kullanıcı tarafından istenilen şekilde değiştirilebildiği ve düzenlenebildiği yeni biyoyazıcının maliyeti ise 500 dolardan düşük.

Araştırmacılar yeni geliştirdikleri biyoyazıcı sisteminde normal yazıcılardaki mürekkebi püskürtten sistem yerine geniş hacimli bir enjektör ve buna bağlı bir pompa sistemi kullandı. Kullanım ve tasarım açısından kullanıcı dostu olan üç boyutlu biyoyazıcının maliyeti de bu şekilde düşürülmüş oldu.

Sonuçları HardwareX dergisinde yayımlanan araştırmada geliştirilen biyoyazıcı teknolojisi sayesinde daha büyük boyutta ve daha yüksek çözünürlükte biyolojik malzemeler ve yapay insan dokuları elde etmek mümkün hale geldi.

Araştırmacıların LVE 3-D bio-printer olarak adlandırdıkları biyoyazıcının kolayca kullanılabilmesi için ayrıntılı eğitim videoları yayınlandı. Bu teknolojiden yararlanmak isteyenler biyoyazıcının malzemelerini temin ederek yeni teknolojiyi deneyebilirler.





## Üç Boyutlu Biyoyazıcı Nedir?

Üç boyutlu yazıcı teknolojisinin temelleri 1986 yılında Charles Hull tarafından atıldı. Mürekkep yerine canlı hücre içeren baskı malzemesi kullanılan üç boyutlu biyoyazıcı teknolojisi yapay doku ve organ üretimine imkân veriyor. Biyoyazıcılarla basılan ilk biyolojik malzeme kemik dokusu için üretilen destekleyici bir yapı.

Son yıllarda bu teknolojinin yaygınlaşması ile birlikte kıkırdak, deri, kalp kapağı ve aort damarı gibi canlı dokular üretildi.

Biyoyazıcı teknolojisinin organ nakliyle ilgili sıkıntılarının üstesinden gelebilmek için dokuları ve organları yenilemede (rejeneretmede) çok önemli işlevler yerine getirebileceği düşünüyor.

Bu teknoloji özellikle doku mühendisliği ve yenileyici (rejeneratif) tıp alanlarında hayli önemli. Örneğin Kuzey İrlanda'da üç boyutlu biyoyazıcı teknolojisinden faydalanılarak üretilen karaciğer, ilk kez 3 yaşındaki bir çocuğa nakledilerek organ nakli sırası bekleyen insanlara umut ışığı oldu. ■

### Kaynaklar

Boles, K. S. ve ark., "Digital-to-biological converter for on-demand production of biologics", *Nature Biotechnology*, Cilt 35, Sayı 7, s. 672-675, DOI: 10.1038/nbt.3859, 2017 (12.-13. sayfanın kaynağı)

Pusch, K., Hinton, T. J., Feinberg, A. W., "Large volume syringe pump extruder for desktop 3D printers", *HardwareX*, Cilt 3, Sayı 49, s. 49-64, 2018.

Xia, Z., Jin, S., Ye, K., "Tissue and Organ 3D Bioprinting", *SLAS Technology*, 2018.

Wang, X. ve ark., "3D Bioprinting Technologies for Hard Tissue and Organ Engineering", *Materials*, 2016, Cilt 10, Sayı 9, s. 802, 2016.