

**Hayal Et, Tasarla,
Çiz, Yazdır,
Keşfet ve Kullan**

Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojisi

Üretim teknolojisine devrim yaratacak nitelikte değişiklikler ve yenilikler getiren üç boyutlu yazıcılar insanoğlunun hayal gücünü zorluyor. Yaratıcı fikirler ve tasarımlar gerçek modellere, son ürünlere, parçalara ve prototiplere hızlı bir şekilde dönüşüyor. Kullanılmaya başlandığı ilk günden itibaren aklınıza gelebilecek her türlü ürünün yanı sıra çok özel ve ilginç ürünler de ortaya çıkaran bu yeni nesil teknoloji, geleceğimizi inanılmaz biçimlerde şekillendireceği benziyor. Bu teknoloji sadece tasarımcılara ve mühendislere değil, isteyen herkese keşfetme ve yenilik yapma fırsatı sunuyor.



Uçak, otomobil, yedek parça, ayakkabı, bisiklet, oyuncak, robot, heykel, takı, aksesuar, saksı, el aletleri, müzik aletleri, sandalye, koltuk, bardak, çatal, kaşık, tıbbi malzeme, kimyasal madde, ilaç, takma diş, tıbbi protez hatta silah gibi aklınıza gelebilecek her türden, çeşit çeşit ürüne ek olarak, çok yakın gelecekte insan vücuduna nakledilmek üzere tasarlanan yapay organlar bile üretebilecek üç boyutlu (3D) yazıcıların marifetlerini ele almak istedik bu ay.

Katkılı üretim, hızlı prototipleme ya da üç boyutlu yazıcı teknolojisi, birçok farklı malzemeyi ve teknolojiyi kullanarak üç boyutlu modeli katmanlara ayırıyor ve bu katmanları adım adım aşağıdan yukarıya doğru üst üste yığarak tasarlanan modeli somut, elle tutulabilen bir ürün olarak ortaya çıkarıyor. Yani siz bir aleti, oyuncacı ya da herhangi bir nesneyi bilgisayar ortamında dijital olarak tasarladıysanız, ürününüzün örneğini 3D yazıcı sayesinde dakikalar içinde somut olarak elinize alabiliyorsunuz. Henüz hiç bir üretim yöntemi ile üretilmesi mümkün olmayan parça geometrileri yani farklı şekillerde ürünler elde edilebiliyor. Nano ölçekli yani bir kum tanesinden bile küçük, minicik nesnelere en ince ayrıntısına kadar üç boyutlu olarak basılabiliyor. Bilgisayarda çizilen model ile yazıcıdan çıkan model birbirinin tamamen aynı oluyor.

Üç boyutlu çıktıyı alabilmek için öncelikle bir üç boyutlu bilgisayar çizimine ihtiyacınız var. Daha sonra internetten açık kaynak olarak da indirilebilen 3D yazıcı programları kullanmanız gerekiyor. Bu yazılımlar üç boyutlu modeli dilimlere ayırarak 2 boyutlu katmanları oluşturuyor. Üç eksenli ve bilgisayar kontrollü bir makine vasıtasıyla katmanlar sırayla üretiliyor. Baskı için 100'den fazla malzeme (metal, plastik, polimer, reçine, seramik, alçı ve hatta deney aşamasındaki çalışmalara göre insan dokusu) katı, sıvı veya toz halinde kullanılabilir. Malzeme yerleştirilip yazdır tuşuna basıldığında, lazer ünitesi yaratmak istediğiniz ürünü aşağıdan yukarıya doğru tabaka tabaka işleyerek, istediğiniz ürünü kısa sürede hazır hale getiriyor.

Özel olarak hazırlanmış malzeme, örneğin sıvı reçine, istenilen noktalara odaklanmış lazer ışınıyla sertleştirilerek şekillendiriliyor. Lazerin 500 nanometre büyüklüğündeki odak noktası hareketli aynalarla kontrol ediliyor ve sadece odağın merkezindeki reçine katılmış polimere dönüşüyor. Lazer odağının hassas kontrolü sayesinde kum tanesinden bile küçük cisimler yapılabiliyor. Üç boyutlu yazıcıların basım hızı saniyede birkaç milimetreden birkaç metreye kadar değişebilir.

Üç boyutlu yazıcılarda kullanılan teknolojinin geleneksel üretimde kullanılan işleme ya da biçimlendirme tekniklerinden hayli farklı olduğunu görüyoruz. Malzemenin delme ya da kesme gibi işlemler sonucunda çıkarılıp uzaklaştırılması esasına dayanan geleneksel talaş kaldırma tekniğinin tersine, üç boyutlu yazıcı ile gerçekleştirilen üretimin, malzeme eklemeye yönelik bir teknoloji olduğu anlaşılıyor. Geleneksel üretim teknolojisiyle bir ürün elde edebilmek için ürünün bilgisayarda hazırlanmış çizimine, destekleyici üretim ekipmanlarına (kalıp, takım, fikstür vb.), çeşitli imalat makinelerine ve ham maddeye ihtiyaç duyuluyor. Hayli pratik ve verimli olan 3D yazıcı teknolojisinde ise bilgisayar çizimi, malzeme yığıma özelliğine sahip üç boyutlu yazıcı ve ham madde dışında başka donanıma ihtiyaç duyulmuyor. Farklı birçok malzeme kullanılabilir. Ayrıca ham madde gereksiniminin ve fire miktarının kullanılan diğer klasik yöntemlere göre hayli az olduğu biliniyor. 3D modelleme ile esnek ve maliyet açısından etkin bir üretim sağlanıyor.



Kullanılan Yöntemler ve Malzemeler

Günümüz 3 boyutlu yazıcı teknolojisi, lazer sinterleme, bileşimli yığma ve polimer kütleme gibi birçok farklı tekniği kapsıyor. Lazer sinterleme, bileşimli yığma ve polimer kütleme. Bu teknoloji, ürünlerin, modellerin, kalıpların ya da aletlerin doğrudan elektronik verilerden hızlı, esnek ve maliyet açısından etkin biçimde üretilmesine imkân veriyor.



Farklı bir tasarıma sahip olsa da temelde en çok kullanılan cihazlar, bileşimli yığma tekniği ile çalışan cihazlar. Bu teknikte bilgisayarda 3 boyutlu modeli hazırlanmış cisim, 2 boyutlu katmanlar halinde yığılarak 3 boyutlu ürün elde ediliyor. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için üç eksenli bir CNC makineye (en basit ifadeyle, mekanik işleme gerektiren bir çalışmayı –delme, kazma, boyama vs- bilgisayardan gelen komutlara göre otomatik olarak yapan makine), kontrol kartına, kontrol kartı ve CNC ile iletişimde olabilecek bir yazılıma ve malzeme yığma özelliğine sahip bir yazıcıya sahip olmamız yeterli. Yazılım programı STL (Standard Template Library) formatındaki modelleri matematiksel olarak katmanlara ayırır ve bu katmanları üst üste inşa etmek üzere 3 eksenli CNC kontrollü bir cihaza gönderir.



SPL



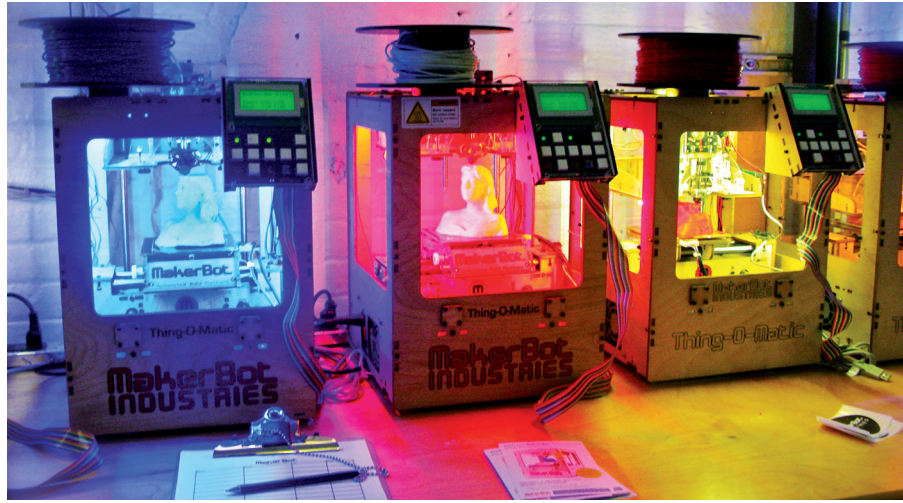
Genellikle termoplastik malzemeler kullanılır. Termoplastik malzemeler defalarca eritilebildikleri, belirli bir sıcaklık aralığında sıvılaşabildikleri için bu teknolojiye hayli uygun malzemelerdir. Termoplastik malzemenin düzgün bir şekilde yığılabilmesi için, erime sıcaklığına ısıtılmış bir nozülün yani püskürtme memesinden dışarıya bırakılması gerekir. Bu nozül bilgisayar tarafından kontrol edilerek bilgisayar çizimindeki parçanın geometrisinin aynısını oluşturacak şekilde hareket ettirilir. Termoplastik malzemenin yığılması ile beraber, parça 2 boyutlu katmanlar halinde tablaya yığılır ve sonuçta üç boyutlu ürün ortaya çıkar.

Bazı katkılı üretim teknikleri parçaları katman katman inşa ederken iki farklı malzeme kullanır. Bunlardan biri üç boyutlu nesneyi oluşturacak olan ana malzeme, diğeri ise destek malzemesidir. Eğer tasarlanan ürünün fazla girintili çıkıntılı detayları varsa bu destek malzemeler kullanılabilir. Daha sonra bunlar sıvı ya da çözücü bir sıvı ile üründen uzaklaştırılır.

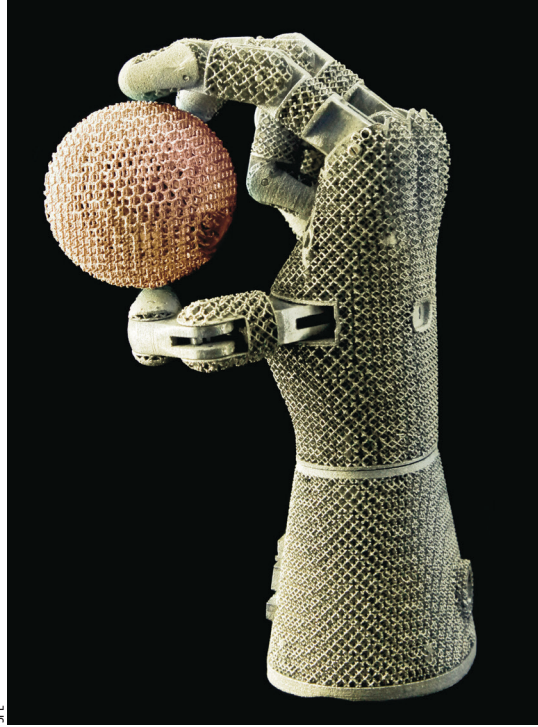
Kullanılan teknikler arasındaki en belirgin fark katmanların nasıl yığıldığıdır. Bazıları malzemeyi eritip yumuşatarak katmanları oluşturur, diğerleri ise sıvı haldeki malzemeleri doğrudan yığar ve yığma işleminin hemen ardından malzeme sertleştirilerek ürüne son hali verilir.

3D yazıcı teknolojisi özellikle son 10 yılda hayli hızlı bir gelişme göstererek yaygın bir şekilde kullanılmaya başlandı. Çok çeşitli malzeme katı, sıvı veya toz halinde kullanılıyor.





3D Katkılı Üretim Yöntemleri	Kullanılan Malzemeler
Seçici lazer sinterleme	Termoplastik, metal ve seramik tozlar
Doğrudan metalle lazer sinterleme	Her türlü metal alaşım
Bileşimli yığıma tekniği	Termoplastik, maksimum erime yeteneği olan metaller
Stereolitografi (3 boyutlu tasarım yazılımlarında oluşturulan sayısal modeli, fiziksel modele çevirmek için kullanılır)	Fotopolimerler
Dijital ışık işleme	Sıvı reçine
Bileşimli telleri birleştirme (polimer küreleme)	Polilaktik asit (PLA) ve akrilonitril bütadiyen stiren (ABS) gibi polimerler
Eritme ve püskürtme tekniği	Metal ve plastik tel
Tabakalı üretim	Kâğıt, folyo, plastik film
Elektron demeti ile eritme	Titanyum alaşımları
Seçici ısı sinterleme	Termoplastik tozları
Alçı-inkjet esaslı teknik (toz zemine mürekkep püskürtme)	Alçı, renkli alçı



Kullanım Alanları

Günümüzde üç boyutlu yazıcı teknolojisi mücevher, aksesuar, ayakkabı tasarımında, endüstriyel ve mimari tasarımlarda, inşaat mühendisliğinde, yapı işlerinde, otomotiv sanayisinde, hava-uzay, dışçılık ve tıp sektöründe, eğitimde, coğrafi bilgi sistemlerinde ve farklı alanlardaki bilimsel çalışmalarda birçok ülkede yaygın olarak kullanılıyor. Bir süredir sanayi sektöründe kullanılan bu yazıcıların küçük ve geliştirilmiş masa üstü modelleri, yakın gelecekte evlerimize de girecek. Üç boyutlu yazıcılar evlerimize girdiğinde, ihtiyaç duyduğumuz ürünü kendi başımıza üretebileceğiz. Bunu iki şekilde yapacağız: Ya üreteceğimiz ürünün planını bilgisayarımıza in-

direceğiz ya da bilgisayarda ürünü kendimiz çizeceğiz. Daha sonra yazdır tuşuna basıp, ürünü kullanmaya başlayacağız. Elimizdeki bir ürünü çoğaltmamız da mümkün olabilecek. Planını üç boyutlu tarama cihazlarıyla bilgisayara aktaracağımız bir ürünü, istediğimiz sayıda basıp çoğaltabileceğiz. Bu yazıcılarda renkli veya tek renk basım yapılabilir. Ürün planları ve renkler üzerinde oynayarak, tasarlanan ürünleri kişiselleştirebileceğiz. Örneğin sipariş üzerine tasarlanmış robotlar, oyuncaklar ya da aksesuarlar çok farklı şekil ve renklerde üretililecek. Daha yaratıcı, yenilikçi ve ilginç sanatsal tasarım eserleri sergilenilecek.





Kaynaklar

<http://www.3dprinter.net/>
<http://www.3byazici.com/>
<http://www.makerbot.com/>
<http://www.wired.com/design/2012/09/how-makerbots-replicator2-will-launch-era-of-desktop-manufacturing/>
http://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing
<http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/32285/title/3-D%20Printing>
http://www.wired.com/design/2012/09/formlabs-creates-a-low-cost-light-based-3-d-printer/?utm_source=googleplus&utm_medium=socialmedia&utm_campaign=googleplusclickthru
<http://www.guardian.co.uk/commentisfree/2012/oct/16/get-ready-for-3d-printing>
http://www.youtube.com/watch?v=8_vloWVgf0o
http://www.youtube.com/watch?v=Fd1mh5j6SPM&list=UUGKadKkzK-Ea_YnogNKtOLA&index=2&feature=plcp
<http://www.youtube.com/watch?v=CP1oBwccARY&feature=fvwrld>

Otomobil, uçak gibi ürünlerin dış gövdeleri ve büyük parçaları, fabrikalardaki büyük yazıcılarla bugünkünden çok daha hızlı üretilebilecek. Örneğin Boeing bazı uçak parçalarını, Audi'ye bazı otomobil parçalarını şimdiden bu şekilde üretmeye başlamış bile. Bazı klasik otomobillerin piyasada zor bulunan yedek parçaları da hâlihazırda 3D yazıcılar ile üretiliyor.

Xerox firması 3D yazıcı teknolojisinde büyük bir atılım gerçekleştirerek, plastikten bile daha düşük sıcaklıkta eriyebilen özel bir gümüş mürekkep malzemesi geliştirdiğini duyurdu. Bu sayede yazıcılardan, yenilenebilir enerji teknolojisinde kullanılacak ürünlerin kolayca alınabileceğini belirtiyorlar. Nasıl mı? Bilindiği gibi gümüş yalıtkanlarda, yarı iletkenlerde, iletkenlerde, indüktörlerde ve çeşitli devrelerde kullanılan anahtar elementlerden biri. Gümüş malzemeyi kâğıttan bile ince filmlerin, kumaşların veya plastiklerin üzerine basarak ince şerit halinde güneş gözeleri, fotovoltaiik hücreler, farklı koşullara uyarlanabilen alıcılar ve çok çeşitli elektrik devreleri üretmek mümkün olacak.

3D yazıcıların tıp sektöründe, biyolojik dokuların ve yapay organ üretiminde hücrelerin tutunabileceği kalıpların hazırlanmasında, kimyasal bileşik veya ilaç üretiminde, biyokimyada çok farklı fonksiyonlara sahip protein moleküllerinin tasarlanmasında, nanoteknolojide ve biyomedikal sektöründe ise parça üretiminde rahatlıkla kullanılabilmesi düşünülüyor. ABD'li bir araştırmacı geçtiğimiz yıl içinde bir hastadan alınan dokuları işleyerek, altı saat içerisinde 3D yazıcıdan böbrek çıkarmayı başarmış. Belçikâda ya-

pılan bir araştırmada ise iki ayrı hastaya 3D yazıcıda üretilen yüz ve çene takılmış. Tabii bu tıbbi araştırmaların hepsi deneme aşamasında. 3D teknolojisinde yaşanan müthiş hızlı gelişmeler, çok yakın gelecekte birçok bilimsel gelişmeyi de beraberinde getireceği benziyor.

Evimizdeki Kimya Laboratuvarları

3D yazıcılar sadece parça ya da malzeme üretmekle kalmayıp bilimsel çalışmanın bizzat kendisine de dâhil olacak. Bu teknoloji sayesinde laboratuvar ekipmanları, aletler, moleküler modeller, kimyasal ilaç bileşikler basılabilecek. İngiltere'deki Glasgow Üniversitesi'nden bir grup araştırmacı dijital mavi kopya ve 2000 dolarlık üç boyutlu yazıcı kullanarak öncelikle inorganik ve organik tepkimelerin gerçekleştiği tepkime odalarını, sonrasında ise aktif maddeyi yani hedeflenen kimyasal bileşiği üretmeyi başardı. Dijital mavi kopya yani kimyasal madde nin detaylı tarifini içeren dijital plan, aslında internetten herkesin kolayca indirip üç boyutlu yazıcısına yükleyebileceği özel bir yazılım. Bir kimyasal ürünü elde etmek için programlanmış olan bu özel yazılımın içeriğinde gerekli tüm donanımın ve aletlerin (tepkime odalarının) ölçüleri ve boyutları, ayrıca içeriği oluşturan kimyasal malzemeler ve kimyasal tepkimelerin formülleri de kayıtlı. Çok yakın gelecekte, araştırmacıların tasarladığı çevrimiçi internet sitesinden üretmek istediğiniz ilacın, örneğin bir baş ağrısı ilacının ya da deterjan, sabun, el kremi gibi herhangi bir kimyasal ürünün tarifini içeren yazılımı indirip gerekli kimyasalları içeren mürekkep kartuşunu da sipariş edebilirsiniz. Yani üç boyutlu yazıcısı ve internet bağlantısı olan herkes evinde bir kimya laboratuvarı kurabilecek.

Ekonomik ve Sosyal Boyutu

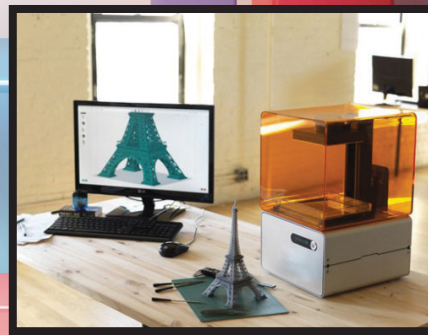
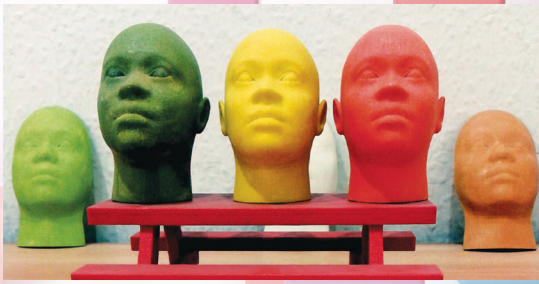
Üç boyutlu yazıcıların sanayi, ofis ya da ev tipi olmak üzere farklı büyüklükte modelleri var, ancak büyüklüğe ve modele bağlı olarak makinelerin fiyatı da artıyor. Kullandıkları malzemelere ve teknolojilerine göre fiyatları 500 dolarla birkaç milyon dolar arasında değişiyor. Örneğin termoplastik malzeme kullanan, "kendin yap" tipi bir üç boyutlu yazıcının fiyatı 500 dolar iken, lazer kullanan ve çeşitli alaşım tozları ile metal ürünler üretebilen bir yazıcı 1 milyon dolara satılıyor. Tahminlere göre şu anki piyasa değeri 1,3 milyar dolar olan üç boyutlu yazıcı sektörü, 2020 yılına gelindiğinde 5,2 milyar dolarlık bir değere ulaşacak.

Gelecek 10 yıl içinde ev tipi üç boyutlu yazıcı fiyatlarının hayli hesaplı hale gelmesi bekleniyor. Yani isteyen herkesin bir ya da birkaç 3D yazıcısı olabilecek. Sonrasında ne mi olacak? Hayal gücünün ve yaratıcılığın sınırı yok! Dileyen herkes hayal ettiği her şeyi çizip tasarlayacak, yazdıracak, isterse satacak, isterse sergileyecek, isterse sadece kendisi kullanacak. Peki, bu durum üretim tüketim ilişkilerini ve dünyanın sosyo-ekonomik düzenini nasıl etkileyecek? Öncelikle tüketiciler de üretici haline gelecek. Herkes kendisi için, ihtiyaç duyduğu sayıda ve zamanda üretebilecek. İşçi ve aracı masrafları ortadan kalkacağı için, ürünlerin maliyeti de azalacak. Bu durum, küçük ölçekte üretim yapan firmaların güç kaybetmesine, büyük ölçekte üretim yapan firmaların -ev ortamındaki yazıcılar o ölçekte üretim yapmayacağı için- güçlerini artırmasına neden olacak. Bu süreçte kârını artıracak bir başka sektöre, yazıcıların kullanacağı baskı malzemelerini ve yazılım programlarını satan firmalar olacak.

Üç boyutlu üretimin tüketim malları sektöründeki başlıca kullanım alanlarından belki de en önemlisi hızlı prototip ve model üretimi. Modeller ve prototipler, şirketlerin ürünlerini piyasaya daha çabuk çıkarmasına yardımcı olacak, bu da daha yavaş hareket edenlere göre rekabet avantajıyla kâr sağlayabilecekleri anlamına geliyor.

yazılım programlarının düzenlenmesi olduğunu düşünüyor. Bu yolla birtakım sınırların ve kısıtlamaların getirileceği tahmin ediliyor.

Düşünsenize! 3D yazıcı alanında önümüzdeki 20 ya da 50 yıl içinde kim bilir ne tür bilimsel ve teknolojik gelişmeler olacak. Hiç şüphesiz 3D yazıcı teknolojisi üretimi ve piyasayı bir hayli etkileyecek. Umarız bu teknoloji gelecekte birçok şeyi hep olumlu yönde değiştirir ve hayatımıza çok faydalı yenilikler kazandırır. Bekleyip göreceğiz, zaman bize hepsini gösterecek.



Peki ya üç boyutlu yazıcılar ile kanunsuz ilaç, silah ya da patlayıcı madde üretilmesi ihtimaline karşı nasıl bir kontrol mekanizması ya da ne tür düzenlemeler getirilecek? Maalesef şimdilik kimse bu sorunun cevabını kesin olarak bilmiyor. Uzmanlar, bu tür tehlikeli ürünlerin 3D yazıcı teknolojisi ile elde edilmesini önlemenin en iyi yolunun, öncelikle yazıcıların ve