

Jet parçalarından işitme aygıtlarına kadar, dijital dosyalar ve toz yığınlarından yapılan doğrudan üretim, giderek popülerlik kazanmakta. Bakarsınız yakınlarda dükkanlar, istediğiniz ürünü, istediğiniz biçimde 'yazıcıdan' anında çıkarıp, elinize teslim edebilirler.



ANINDA ÜRETİM

ABD, New Jersey'deki Siemens İşitme Aygıtları üretim tesisleri, içinde imalat tarihinde önemli yere sahip bir sınır çizgisi barındırıyor. Çizginin bir tarafında, işinin ehli teknisyenler özel kalıplama teknikleri, duyarlı cihazlar ve yılların deneyimiyle, gerçek kulak kanallarının kalıpları kullanılarak modellenmiş işitme aygıtlarının akrilik kabuklarını ortaya çıkarmaya çalışıyorlar. Çizginin öbür tarafındaysa benzeri kabuklar, piza fırını büyüklüğünde iki makine aracılığıyla ve naylon tozundan 'anında' üretiliyor. Makinelerin içinde, dijital tasarım dosyalarının yönlendirdiği lazer iğneleri, ileri geri hareket ederek ince toz tabakalarını sert plastiğe dönüştürüyorlar. Dört saat, ya da birkaç yüz lazer salınımı ardından, 80 adet kabuğun üretimi tamamlanmış durumda. Ürün, ses ve kulağa uyum açısından geleneksel yöntemle üretilmiş benzerlerinden daha üstün olduğu gibi, büyük bir zaman kazanımı da sözkonusu.

Dünyanın en büyük işitme cihazları üreticisi olan Siemens, sonuçtan öylesine memnun ki, üretim tesislerinin bir kısmında tümüyle bu yöntemle geçiş yapma aşamasında. Siemens yöneticileriye, sürecin insan hatasını eleyeceği ve işleri tümüyle değiştireceği konusunda duydukları güveni vurguluyorlar.

Siemens'deki bu dönüşüm, "anında üretime" giderek artmakta olan ilginin örneklerinden yalnızca bir tanesinin göstergesi. Otomatik üretim, elbette yeni bir şey değil. Araba endüstrisinden ilaç endüstrisine kadar birçok ürün,

yüksek derecede otomatikleştirilmiş üretim süreçlerinin sonucu. Anında üretim makineleriye, bir adım ötede. Ya mühendislerce tasarlanmış ya da fiziksel bir nesnenin taranmasıyla ortaya çıkmış bir dijital dosyanın, üretim için gerekli herşeyi sağladığı söylenebilir. Makineleri, temelde üç boyutlu çıktılar veren büyük yazıcılara benzetmek mümkün. Plastik tozundan plastik, metal tozundan metal malzemeler üretilip bunlara şekil verebiliyorlar. Kısacası bu makineler, sanal tasarım dünyasıyla, fiziksel üretim dünyası arasında doğrudan köprü konumunda.

Bu anında üretim teknolojisi, bazı alanlarda şimdiden geleneksel üretim yöntemlerinin yerini almaya başlamış durumda. Özel jet parçaları, bunlardan biri. California'da bulunan bir Boeing yan kuruluşunda jet avcı uçaklarının iç ortamını düzenlemede kullanılan 60 karmaşık yapı tüp, Siemens'dekine benzer makineler tarafından 'yazılıyor'. Bu, parçaların önceden gerektirdiği pahalı ve özelleşmiş kalıp ve boyalara, şekil ve tasarım sınırlamalarına, aylar sü-

rebilen sipariş bekleme sürelerine elveda demek anlamına geliyor. Boeing yöneticileri, bu şekilde belirli parçaların maliyetinin % 50 kadar düşebileceği, yıllık tasarrufunsa milyonlarca doları bulabileceği görüşündeler. Önemli bir avantaj da, üretim süresinin de yaklaşık yarıya düşecek olması.

Siemens ve Boeing, bu teşebbüslerinde yalnız değiller. Carnegie Mellon Üniversitesi Robotik Enstitüsü'nden David Bourne, anında üretim yöntemini seçen firma sayısının giderek artmakta olduğunu söylüyor. Ona göre yöntem, eninde sonunda üretim sektörünü tümüyle ele geçirecek. Stokta hep fazladan mal bulundurmanın getirdiği mali yükün de bu şekilde giderilebileceğini vurgulayan Bourne, artık üreticilerin yapması gereken şeyin, cebinde parasıyla gelen müşterilere anında bir 'yazıcı çıktısı' vermekten ibaret olduğunu ekliyor.

Bu çıktılar varolan örnekleri, şimdilik hepimize çok tanıdık gelecek türden değil. İşitme aygıtları ve jet parçaları dışında liste, yarış arabaları için



Kemik: Üç boyutlu 'yazıcı', yapay kemik parçası üretmede, mürekkep-püskürtmeli yazıcı başlıklarından yararlanıyor.

özel parçalar, soya sosu üretiminde kullanılan ince gözenekli seramik filtreler gibi, pek de aşına olmadığımız ürünlerle dolu. Ama endüstri mühendislerine göre, artmakta olan ilgi, yakınlarda bize de daha yakın gelecek ürünlerin 'basılmasıyla' sonuçlanabilir. Anında üretimin ana öncülü sayılan hızlı modelleme (rapid prototyping) makinelerinin sayısı 10.000'e yaklaşmış, bunların da küçük bir yüzdesi doğrudan anında üretim için ayrılmış durumda.

Tabii, bu makinelerle de ortaya çıkarılabilecek ürünler sınırlı. Ayrıca, şimdilik hiç kimse onların lazer yazıcılar kadar yaygın olabilecekleri kanısında değil. Bir kere, en ucuzları 30.000 dolar civarında. Bu nedenle de anında üretim, yüksek maliyetli ürünlerin görece az sayıda üretimi sözkonusu olduğunda verimlilik kazanıyor. Havacılık, tıbbi aygıtlar, hatta yapay kemik üretimi gibi birbirinden oldukça farklı alanlarda varolan milyarlarca dolarlık pazarın bir açıklaması da bu olsa gerek. Texas Üniversitesi Serbest Üretim Laboratuvarı'nda makine mühendisi olan Joseph J. Beaman, anında üretimi "devrimsel bir yenilik" olarak nitelendiriyor: "Bir düğmeye basıyorsunuz, hepsi bu!"

Anında Kemik!

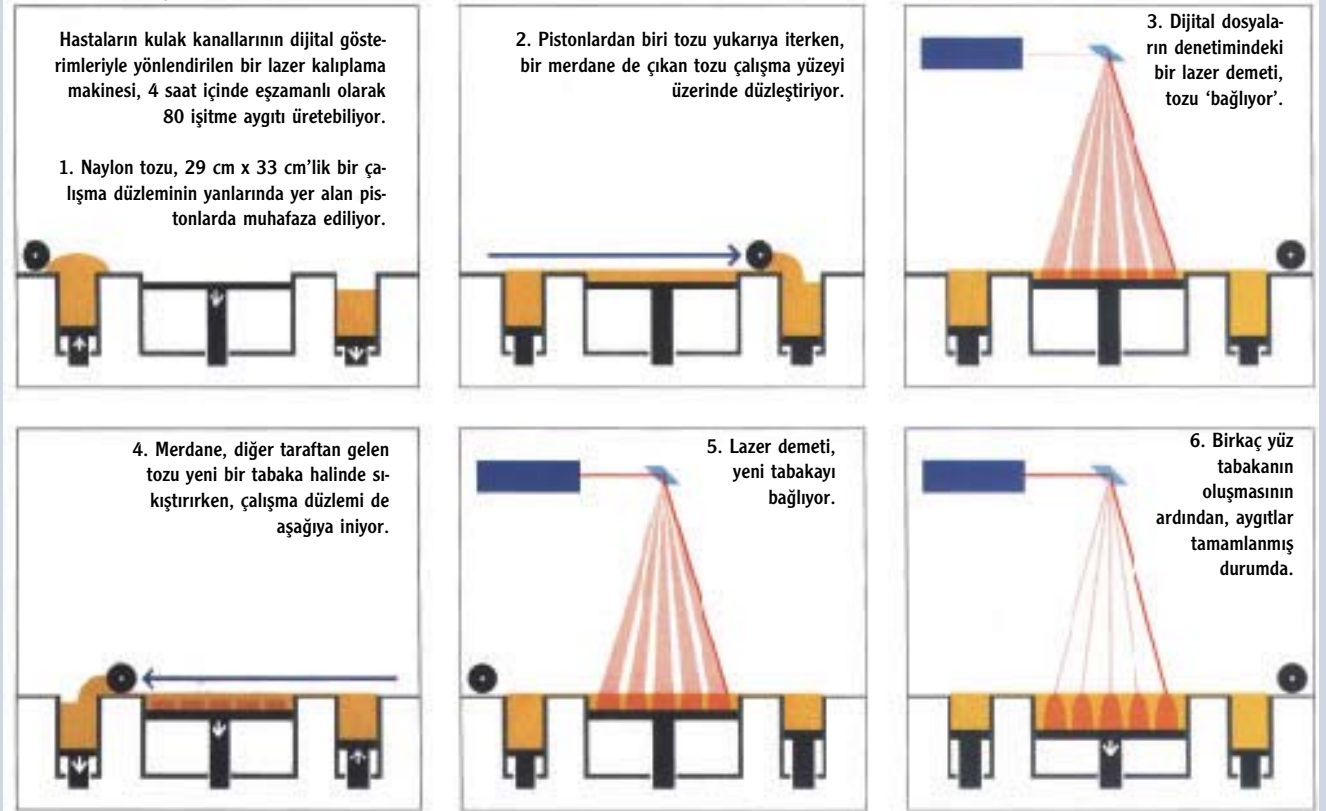
Bir açıdan bakıldığında anında üretim, bir ürünü, tasarım ve geliştirme aracılığıyla kavram aşamasından gerçeğe dönüştürmek için gerekli süreyi azaltma çabasının bir sonucu. Bilgisayar destekli tasarım ve dijital olarak denetlenen cihazların 1970 ve 1980'lerde fabrikalara giderek artan hızla sızmaya başlamalarıyla, sözcüğü oyuncak ya da araba parçaları için prototip görevi görececek üç boyutlu nesneleri oluşturmada baskı teknolojilerinden yararlanılan hızlı modelleme için gerekli ortam da hazırlanmış oldu. Prototiplerin haftalar, aylar sürebilen geleneksel oyma, yontma, kalıplama vb. işlemlerine karşılık, bu şekilde yalnızca bir-iki saat içinde elde edilebiliyor olması, tasarımcılara zaman kaybetmeden ürünlerini geliştirme, hata tespiti yapabilme ve ürünü düzeltme olanağı tanıyor.

İlk hızlı modelleme makineleri, sıvı bir polimerin ardışık katmanlarını birbirine bağlamak için lazerden yararlanıyordu. Bu yönteme "stereolitografi" adı veriliyor. İzleyen modeller, daha fazla çeşitte hammaddeden (bir lazer demetiyle sıkıştırılabilen malzeme tozları gibi) yararlanmayı olanaklı hale ge-



tirdiler. 1990 yılında atılan önemli bir adımla da, yöntem lazerlerin ötesine uzanarak, tozların üzerine bağlayıcı-yapıştırıcı sıvılar püskürtülen 'yazıcı başlıklarını' da devreye alacak şekilde geliştirildi. Bu, hem hız, hem de malzemede çeşitlenme anlamına geliyordu. Bu arada, sözkonusu teknolojileri, yalnızca prototipi değil, tamamlanmış ürünü ortaya çıkaracakları biçimde geliştirme çabaları da sürmekteydi.

Tozdan İşitme Aygıtlarına...



Ben De İsterim!

Şimdi birçok evde bulunan lazer yazıcılar, 18-20 yıl önce lüks sınıfa giriyordu. Peki bu, kişisel üretim makinenizin evinizin yolunu tutmuş olabileceğini gösteriyor mu? Yanıtın “evet” olması, canınızın istediği nesneyi tarayıp, ya da İnternet’ten dijital bir dosya indirip ardından “yazdır” düğmesine tıkladığınızda, makinenizin size bu nesneyi çıkartması demek. Bir cep telefonu kapağı, bir oyuncağı, bir çatal, ya da her ne olursa... Yeter ki dijital olarak tanımlanabilir üç boyutlu bir nesne olsun.

Ancak çoğu uzman ve araştırmacı, böyle bir senaryonun daha çok uzun süre gerçekleşmeyeceğini görüşünde. Yazıcılar kralı Hewlett-Packard bile, bu yılın başlarında dijital dosyalardan üç boyutlu nesneler oluşturabilecek ve 1000 doların altında olması öngörülen bir cihazın geliştirilmesi yönünde adımlar atmasına karşın, bir süre sonra da geri adım atmak zorunda kaldı.

Günümüzde, bu hedefe ulaşmış durumdayız. Princeton, New Jersey’deki Therics laboratuvarında ilginç bir uygulamaya tanık olmak mümkün. Yaklaşık bir araba büyüklüğündeki bir yazıcı, henüz çok yakın bir geçmişte her biri iki santimetrelilik, 300 yapay çene kemiği parçası ortaya çıkardı. Doğrusal olarak dizilmiş sekiz yazıcı başlığı, hidroksiapatit (doğal kemikte bulunan temel mineral) tozundan oluşmuş ardışık katmanlar üzerinde ileri geri hareket ederek, içlerindeki organik bağlayıcı sıvıyı seçici bir biçimde bırakıyor, saniyede ortalama 800 damla sıvı alan toz kütleleri de yavaş yavaş şekil kazanıyordu. ABD Gıda ve İlaç İdaresi, Therics’in yapay kemiklerini geçtiğimiz Mayıs ayında onaylamış bulunuyor. Kemikler, henüz insanda kemik nakli uygulamalarında kullanılmamış olsa da, onu yakınlarında denemeye kararlı cerrahların eline geçmişler bile. Anında üretimin, yapay kemik üretimi konusunda sağladığı bazı özel avantajlar var. Sözgelimi, bir kaza sonucu kol kemiğinden bir parça yitiren biri için, diğer koldaki kemiğin görüntüleri kullanılarak, parça dijital olarak yeniden oluşturulabilir. Bu ilginç baskı teknolojisi, 50 mikrometre genişliğinde delikler oluşturma becerisine de sahip. Bu da, bir kez kola yerleştirilen yapay kemiğin, gerçek kemik dokusu oluşturabilecek gerçek hücreleri de barındırabilmesi, bu yeni dokunun da zamanla yapay dokunun yerini alabilmesi demek. Bu konuda çalışan birçok araştırmacı, ‘anında üretilmiş’ kemiğin 3-5 yıl içinde büyük yaygınlık kazanmış olacağına inanıyor.

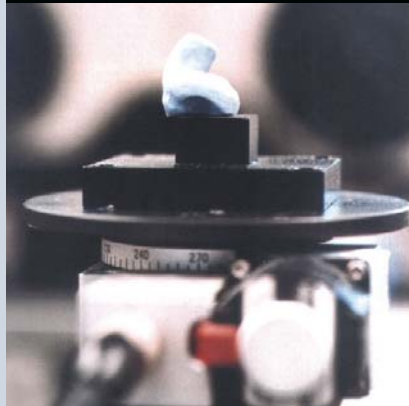
Şurası kesin ki, anında üretimin evlere girecek kadar ucuzlaması için daha çok beklemek gerekecek. Sanayi tipi makinelerin fiyatları düşmüş olduğu halde, en ucuzları bile şu anda 30.000 dolar civarında. Makinelerin 10.000 dolara düşmesi durumunda bile, bunların olsa olsa prototipleri evlerinde üretmeyi yeğleyen mühendisler, ya da tamir atölyesi sahipleri tarafından alınacakları düşünüyor. Eğer söz konusu olan ev kullanıcılarıysa, makinelerin bırakın 10.000 doları, 1000 dolara bile alıcı bulacağına kuşkuyla bakılıyor. Buna cüret edecek durumda olanların çocuklarıysa şanslı azınlıktan sayılacak. Mısır gevreği paketlerine yapılandırılmış CD’leri söküp aldıkları gibi, en sevdikleri kahramanların üç boyutlu figürlerini oluşturabilecekler. İnternet’i de senaryoya eklersek, göreceğiz ki e-postayla arkadaşlarına evde yapılmış oyuncaklar postalamaya başlamışlar bile. En azından durumları, kendi üretim makinelerine sahip olmaya elverişlerine...

Sipariş Robotlar

Anında üretim teknolojisinde hız, kesinlik ve hammadde çeşitliliğinin artmasına paralel olarak, uygulamaların da çeşitlilik kazanacağına kesin gözüyle bakılıyor. Kimi firmalar da, en zor koşullarda bile (sözgelimi bir roket motorunun çok yüksek ısı altında) işlev görebilecek malzemeler üretme iddiasında. Anında üretim makineleri tarafından biçimlendirilip, sonra da karmaşık ve süper-güçlü türbin parçaları oluşturacak şekilde fırınlanabilen süper-alışım tozları, şimdiden geliştirilmiş durumda.

Anında üretimin çok yakınlarında gezgin hale gelmesi de beklentiler arasında. ABD ordusu, şu sıralarda dijital dosyalar ya da yerinde taramalara dayanan yedek parça üretimi için, kamyon büyüklüğünde gezici birimler geliştirme aşamasında. Ana hedefse, beklenebileceği gibi, söz konusu teknoloji-

Kulak: Anında üretime yönelik bir dijital tasarım dosyası üretmek için, silikonan kulak kanalı modeli, lazer taramasından geçirilmek üzere döner tablaya yerleştiriliyor.



yi doğrudan savaş alanında, araç ve silahların bakım ve onarımında kullanmak.

Robotik ve elektronik alanlarının da anında üretimden beklentileri var. Şu sıralarda, California Üniversitesi’nde (Berkeley) organik yarı-iletken ve elektriksel olarak etkin malzemeleri, verilen voltaja tepki olarak şekil değiştirebilen ‘akıllı’ bileşenlere dönüştürebilecek mürekkep-püskürtmeli baskı (ink-jet printing) yöntemi üzerinde denemeler yapılmakta. Daha uzun dönemli bir düş de, belirli işleri (uçak içindeki dar bir alanda bir kablo bağlantısını onarmak gibi) yapmak üzere ‘basılabilen’, bir kilogramın altı ağırlıkta ve tümüyle polimerden bir robot üretmek.

Hayaller bununla bitmiyor. Bir üretim firması yetkilisinin kurduğu düş, dijital dosyada tanımlanabilen ya da taranabilen herhangi bir nesneyi çoğaltabilecek anında üretim zincirleriyle ilgili. Tıpkı fotokopi makinelerinde olduğu gibi. Sipariş üzerine üretim yapan bir firmanın yetkilisinin tahminle karışık düşleri de şöyle: “Adamın birinin, 65 model Mustang’ıyla yanaşıp, elinde kırık bir pencere koluyla dükkana dalarak içeridekilerden hemen yeni bir pencere kolu yapmalarını istediğini düşünün. Bu bana hiç de uzak görünmüyor.”

Bu tür uygulamalar, henüz varsayım aşamasında; ancak üreticilere sözleşme temelinde hizmet vermek üzere kurulan firmaların sayısında da ciddi artışlar var. Texas’taki Hızlandırılmış Teknolojiler ya da Illinois’daki Met-L-Flo gibi firmalar, üreticilerden dijital tasarım dosyaları olarak hızla prototip üretiliyorlar. Bu tür hizmetler yaygınlaşırsa, yenilerinin de ardından geleceğine kesin gözüyle bakılıyor. İşte en cazip senaryolardan biri: Bozulmuş arabanız için bir yedek parça arıyorsunuz; ya da oğlunuzun kolu kopan Örümcek Adam’ına yeni bir kol. Yapacağınız iş, bilgisayarınızın başına geçip, önceden taranmış ya da dosyaları oluşturulmuş dev bir ürün koleksiyonundan oluşan “Dijital Ev Eşyaları” sitesine girmek! Ancak bu senaryonunun gerçekleşmesi için gereken süreyi de şimdilik kimse pek tahmin edemiyor.

Amato, I. “Instant Manufacturing”
Technology Review, Kasım 2003

Çeviri: Zeynep Tozar