

Üç Boyutlu Modelleme Teknikleri Tasarla Modelle Üret!

Bilgisayar çizim programlarıyla tasarladığınız karmaşık modellerin gerçekte nasıl olacaklarını mı görmek istiyorsunuz, hayalinizdeki sanatsal ya da mimari bir tasarımı elle tutulur hale mi getirmek istiyorsunuz, biyomedikal malzemeler ve biyomedikal uygulamalarla mı ilgileniyorsunuz, üretime geçmeden önce tasarımlarınızı sınamak mı istiyorsunuz? O zaman üç boyutlu modelleme teknikleri amacınıza uygun olabilir. Bu tekniklerle tasarımlarınızı çok kısa sürede görebileceğiniz gibi seri üretimlerini de yapabilirsiniz.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan üç boyutlu modelleme tekniklerinden biri hızlı prototiplendirme. Hızlı prototiplendirme tekniği, bilgisayarda hazırlanan üç boyutlu çizimlerden yola çıkıp doğrudan elle tutulur fiziksel modeller elde etmemizi sağlayan bir tekniktir. Bu teknikle çok karmaşık nesnelere doğrudan bilgisayar modellerinden faydalanılarak üretilabiliyor. Çizim ve modelleme teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak bilgisayarlarla neredeyse sınırsız çizim ve modelleme yapılabiliyor olması, hızlı prototiplendirme teknikleri kullanılarak üretilen nesnelere de çok çeşitli amaçlara hizmet edebilmesi anlamına geliyor.

Aşağıda daha detaylı olarak açıklayacağımız elektron demetiyle eritme, eriterek biriktirme, stereolitografi, seçici lazer sintereleme ve üç boyutlu baskı son yıllarda kullanılan hızlı prototiplendirme tekniklerine örnek olarak verilebilir. Bu gibi yöntemlerle üretimi yapılabilecek nesnelere, çok karmaşık mühendislik parçalarından çok küçük nesnelere kadar çeşitlilik gösterir. Bu çeşitliliğin getirisiyse sözü edilen tekniklerin kullanımının bilimin ve teknolojinin her alanında kendine yer bulabilmesidir. Hızlı prototiplendirme tekniklerinin temelinde, bilgisayar destekli modellerin tekniğinin uygulandığı makineye iletilmesi ve bu modelin üç boyutlu olarak işlenmesi ilkesi yatar. Daha açık bir ifadeyle, bilgisayar programları yardımıyla çizilmiş üç boyutlu modellere ilişkin veriler baskı cihazına gönderilir. Baskı cihazı bu modeli yatay ekseninde ince katmanlar halinde, bu katmanlar birbirini takip edip üst



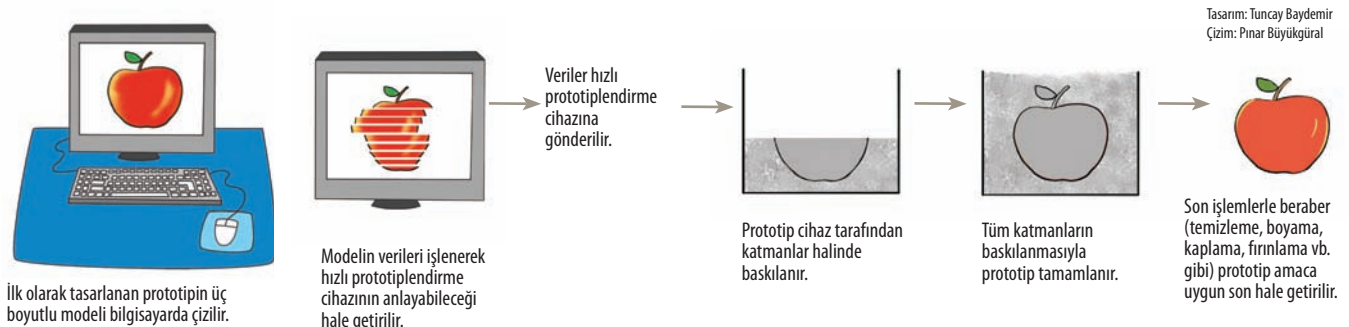
Hızlı prototiplendirme yöntemleri mühendislik uygulamalarında da sıkça kullanılmaktadır.

üste gelecek şekilde baskılar. Katmanların sırayla birbiri üzerine baskılanmasıyla üç boyutlu model elde edilir. Örneğin, bilgisayarda çizilen üç boyutlu bir elmanın yatay ekseninde çok ince kesilmiş dilimlerine ait verilerin makineye iletilmesi ve sonra bu parçaların sırayla birbirlerinin üzerine baskılanıp kaynaşmalarının sağlanmasıyla bütün bir elma prototipinin elde edilmesi gibi.

Hızlı prototiplendirme teknikleriyle istenilen şekilleri elde etmek için çeşitli yöntemler kullanılıyor. Kullanılacak başlıca malzemeler yöntemin özelliklerine göre polimerler, metaller ve seramikler olabiliyor. Yukarıda da belirttiğimiz gibi elektron demetiyle eritme, eriterek biriktirme, stereolitografi, seçici lazer sintereleme ve üç boyutlu baskı yöntemleri en yaygın yöntemler. Şimdi bu yöntemleri kısaca tanıyalım.

Elektron demetiyle eritme yöntemiyle kuramsal olarak, toz halindeki herhangi bir metal istenilen modele dönüştürülebilir. Yöntemin temel ilkesi yüksek vakum ortamındaki, yüksek hızdaki elektronların, bilgisayar modellemeleri doğrultusunda, metal tozlarının bulunduğu belli noktalara çarptırılmasına ve böylece eriyen metallerin kaynaşmalarının sağlanmasına dayanır. Üretim tamamlandıktan sonra bağlanmamış metal tozları kolaylıkla bütünden ayrılır ve istenilen katkı metal parçalar elde edilebilir. Herhangi bir katkı malzemesine ya da üretimden sonra herhangi bir işleme gerek olmaması bu yöntemin en önemli üstünlüklerindedir. Bu yöntemle, protez üretiminden otomotiv ve havacılık sektörlerinde kullanılan parçalara varıncaya kadar çok çeşitli mühendislik parçalarının üretiminde metaller ve alaşımlar kullanılabilir.

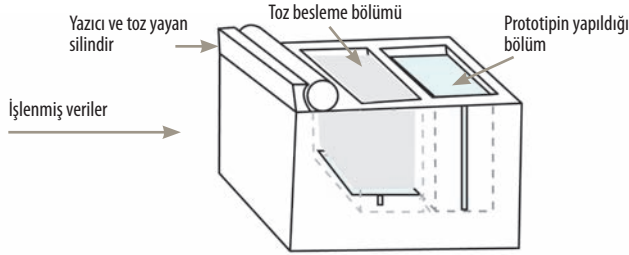
Hızlı Prototipleme Yöntemleri Genel Akış Şeması



Üç Boyutlu Baskı



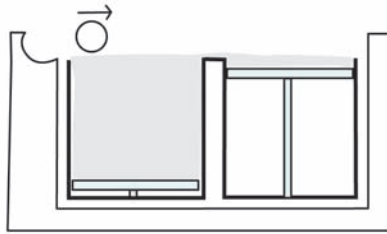
Prototip modellemesi bilgisayarda gerçekleştirilir.



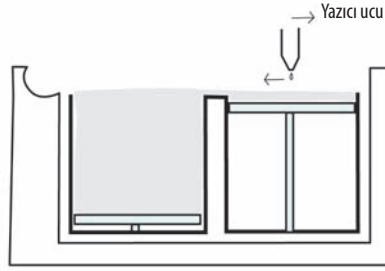
Üç Boyutlu Baskı Cihazı



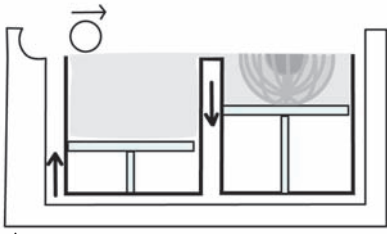
Bir kafatası protezi tasarımı



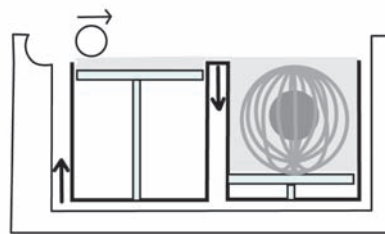
Silindir besleme bölümünden aldığı tozu yapım bölümüne belirlenen kalınlıkta yayar.



Yazıcı baskılaması gereken yerleri bilgisayardan gelen verilere göre baskılar.



İşlem yeni toz katmanı serilmesi ve o katmanın baskılanması döngüsünde devam eder. Aynı esnada besleme bölümü yukarı doğru çıkarken diğer bölüm aşağı doğru iner.



Bu döngü prototip tamamlanana kadar devam eder.

Tasarım: Tuncay Baydemir
Çizim: Pınar Büyükgöral



Tamamlanan prototip bölümden alınır ve baskılanmamış tozların temizlenmesinden sonra üzerinde son işlemler gerçekleştirilir.



Prototipin yapımı tamamlanır.

gisayar modelinin yapısına göre prototip oluşturulacağı zemine kat kat püskürtülür. Plastik, üstüne gelen yeni katla kaynaşır sertleşir. Bu döngü katmanlar halinde, nesne tamamlanana kadar devam eder. Diğer yöntemlerde olduğu

gibi bu yöntemde de hareketli bir zemin ve uçlar vardır. Destek malzemesi ise bir sonraki basamakla nesneden ayrılır. Bu malzemeyi uygun bir çözelti kullanarak ayırmak iyi bir yöntemdir. Bu yöntemde kullanılan polimer türü, genellikle yeterli saflıkta termoplastiklerdir.

Stereolitografi yöntemi ise fotopolimerlerin katmanlar halinde UV-lazerle katılaştırılması ilkesine göre çalışır. UV-lazer ile temas eden sıvı fotomalzemenin polimerleşerek ya da çapraz bağ oluşturarak katılaşması sayesinde üç boyutlu nesne elde edilir. Stereolitografi yöntemi Charles Hull (Valencia, Kaliforniya, ABD) tarafından keşfedildi ve 1986'da patenti alındı. Bu yöntemde bilgisayar modeli katmanların koordinatlarını cihaza verir ve bu koordinatlara gönderilen lazer ışınlarıyla bu bölgelerdeki sıvılaştırılmış polimerlerin sertleşmesi sağlanır. Katman tamamlanınca üzerinde oluşturulduğu zemin katmanın kalınlığı kadar aşağıya iner ve yeni bir katman oluşturulur. Katmanların hepsinin tamamlanması sonucunda da nesne tamamlanmış olur. Daha sonra uygun bir çözücüyle yıkanan nesneye genellikle sertleşmesi, mekanik dayanıklılığının artması ve dış görünüşünün istenilen son hale gelmesi için çeşitli işlemler (fırınlama, zımparalama, yüzey kaplama, cilalama, boyama vb.) uygulanır.

Seçici lazer sinterleme yönteminde ise toz halindeki malzemelerin (polimer, metal ve seramik gibi) yüksek güçte lazer ışınları kullanılarak katmanlar halinde baskılanması sonucunda katı nesne tamamlanır. Yöntem olarak diğer hızlı prototiplendirme yöntemlerine benzer, ama destek malzemesi tozun kendisi olduğundan temizleme ve destek malzemesinden ayırma işlemleri kolaydır.



Üç boyutlu baskı yöntemiyle üretilen bazı prototipler (Fotoğraf ve ürünler yazarın çalışmasıdır)

Üç boyutlu baskı (3DP™) yöntemiye Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT, ABD) tarafından ileri uygulamalarda kullanılmak amacıyla 1995'te geliştirildi. Bu yöntem uygun tozun ve bağlayıcı sistemlerin bir arada kullanılmasına dayalıdır. Üç boyutlu baskı cihazının gövdesi temel olarak toz besleme bölümü ve prototipin yapıldığı bölüm olarak iki ana bölümden oluşur. Toz halindeki polimer ya da herhangi bir malzeme cihazın toz besleme bölümüne konulur. İşlemin başında modelin oluşturulacağı yerde hiç toz bulunmazken, diğer bölüm toz halindeki malzemeyle doludur. Boş kısım işlem süresince katmanların kalınlığı kadar aşağı inerken dolu kısım yine katman kalınlığı kadar yukarı çıkar. Bunun nedeni, her bir katman baskılandıktan sonra o katmanın üzerinde baskılanmamış yeni bir toz katmanını oluşturulması ve bu yeni toz katmanına da baskılama işlemi uygulanmasıdır. Bağlayıcı sıvı yazıcı olarak tasarlanmış bölümün deposuna doldurulur. Bilgisayar modelleme programlarıyla uygun formatta çizilmiş tasarımlara ilişkin bilgiler üç boyutlu baskı cihazına gönderilir. Bu bilgileri alan cihaz ilk harekette tabana silindirler aracılığıyla bir kat toz yayar. Sonra modelin oluşturulması için yazıcı kısmından gerekli bölgelere bağlayıcı sıvı püskürtülür. Bu bölgelerde bulunan tozlar fiziksel ve/veya kimyasal olarak birleşir. Sonraki aşamada nesnenin olduğu kısım aşağıya inerken toz besleme bölümü yukarı çıkar. Yeni bir toz katmanını yine silindirler vasıtasıyla nesnenin oluşturulacağı bölüme yayılır ve yazıcı bir sonraki katmanını baskılar. Bu işlem üç boyutlu nesne tamamlanana kadar devam eder. Destek malzemesi toz halinde olduğundan, işlem bittikten sonra temizlenmesi için duruma göre uygun bir yıkama çözeltisi kullanılabildiği gibi, kimi durumlarda bu işlenmemiş tozlar basınçlı havayla da temizlenebilir. Sertleşmesi için nesne daha sonra fırınlanabilir ve üzeri kaplanabilir. Kimi durumlarda yazıcının renkli baskı yapması da mümkün olabilir.



Mimarlık Uygulamalarını da unutmamak lazım.

Hepsi hemen hemen aynı temel ilkelere sahip hızlı prototiplendirme tekniklerini herhangi bir uygulama alanıyla sınırlamak doğru olmaz. Yine de başlıca uygulama alanları arasında otomotiv sektörü, havacılık ve uzay sektörü, biyomedikal uygulamalar, ilaç üretimi, mimarlık, tasarım ve malzeme mühendisliği sayılabilir.

Bilgisayarda çizilmiş modellerin hızla nesnelere dönüşmesi hızlı prototiplendirme tekniklerinin temel hedefidir. Araştırmacılar bu konu üzerin-

de çalışmalarına aralıksız devam ediyor. Hızlı prototiplendirme için kullanılacak malzemelerin sınırsız olması araştırmacıları bu teknikleri malzemelere göre tasarlamaya, geliştirmeye, yeni teknikler bulmaya ve tekniklere uygun malzemeler üretmeye teşvik ediyor. Kullanılan cihazların hassasiyetinin artırılması ve elde edilen nesnelerin yüzeyinin daha pürüzsüz hale getirilmesi, geliştirilmesi gereken konular arasında öne çıkıyor. Modellerin boyutlarının makinenin kapasitesiyle sınırlı olması nedeniyle, daha büyük parçaların baskılanabilmesi için daha büyük hazneli cihazların tasarlanması üzerinde de çeşitli çalışmalar yapılıyor. Sonuç olarak, günümüzdeki olanaklara ve yeni gelişmelere paralel olarak hızlı prototiplendirme sistemlerinin satışı ve kullanım alanları da her geçen yıl birlikte artıyor.



1980'lerin sonlarına doğru uygulanmaya başlayan ilk hızlı prototiplendirme yöntemleriyle bazı modeller ve prototipler üretildi. Daha sonraki yıllarda bilgisayar modelleme ve hızlı prototiplendirme tekniklerinin geliştirilmesiyle üretimde kullanılacak malzemeler ve üretilen nesnelere de çok çeşitlendi.

Kaynaklar

- Baydemir, T., "Effect of Natural Polysaccharides on the Integrity and Texture of Sugar Based Matrices in Three Dimensional Printing"; Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Polimer Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, 2003.
- Sachs, E., Cima, M., Williams, P., Brancazio D., Cornie, J., "Three Dimensional Printing: Rapid Tooling and Prototypes Directly From a CAD Model", *Journal of Engineering for Industry*, Cilt 114, s. 481-488, 1992.
- Yan, X., Gu, P., "A Review of Rapid Prototyping Technologies and Systems", *Computer-Aided Design*, Cilt 28, Sayı 4, s. 307-318, 1996.
- <http://www.mne.psu.edu/lamancusa/rapidpro/primer/chapter2.htm#applications>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_prototyping