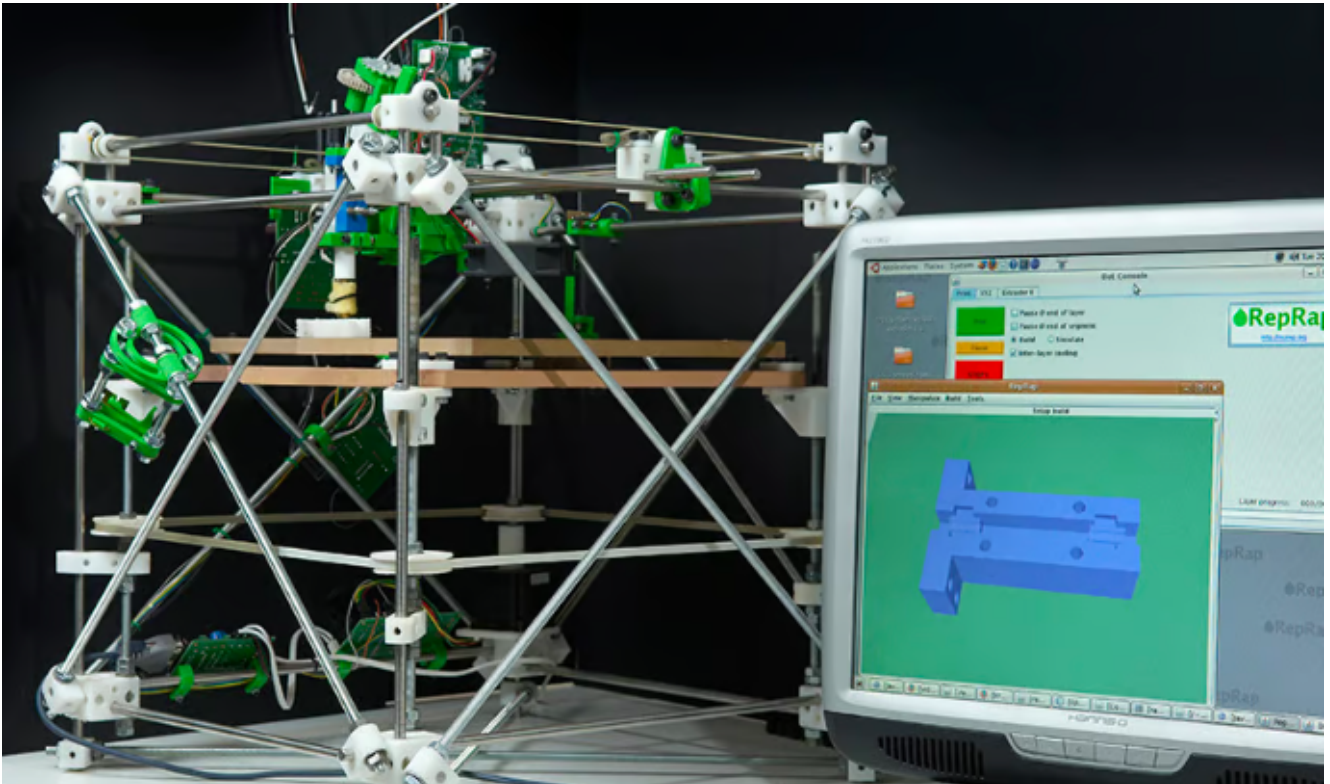


FDM 3D Baskı Nedir?

En popöler teknolojileriden biri FDM 3D baskı, malzemelerin bir nozülden ekstrüde edildiği ve 3B nesneler oluşturmak için bir araya getirildiği bir malzeme ekstrüzyon yöntemidir. Bilhassa, “standart” FDM işlemi, termoplastikleri genellikle filaman veya pelet biçiminde ham madde malzemesi olarak kullanarak beton ve [gıda 3D baskısı](#) gibi diğer malzeme ekstrüzyon tekniklerinden ayrılır.

Bu nedenle, tipik bir FDM 3D yazıcı, polimer bazlı bir filamanı alır ve onu, malzemeyi eriten ve yapı platformunda 2D katmanlar halinde biriktiren ısıtılmış bir nozülden geçirir. Hala sıcakken bu katmanlar sonunda üç boyutlu bir parça oluşturmak için birbirleriyle kaynaşır. Genel olarak 3D yazdırmanın en basit yolu olarak kabul edilen FDM erişilebilir ve oldukça verimlidir. Bu yazıda, iç işleyişi, malzeme olanakları ve çok daha fazlası hakkında ayrıntılara girerek FDM 3D baskı sürecini keşfedeceğiz.

Genel bakış



Geliştirilecek ilk açık kaynaklı FDM yazıcılarından biri RepRap Darwin Sürüm 1 (Kaynak: [RepRap](#))

FDM, tartışmasız en popüler 3D baskı yöntemi olsa da icat edilen ilk yöntem değildir. [Scott Crump, Stereolitografi](#) (SLA) patentinin verilmesinden üç yıl sonra ve Seçici Lazer Sinterlemeden (SLS) bir yıl sonra, 1989'da ilk FDM patenti için başvurdu. Scott ve eşi Lisa, önde gelen 3D baskı şirketlerinden biri olan [Stratasys'i](#) kurmaya devam etti.

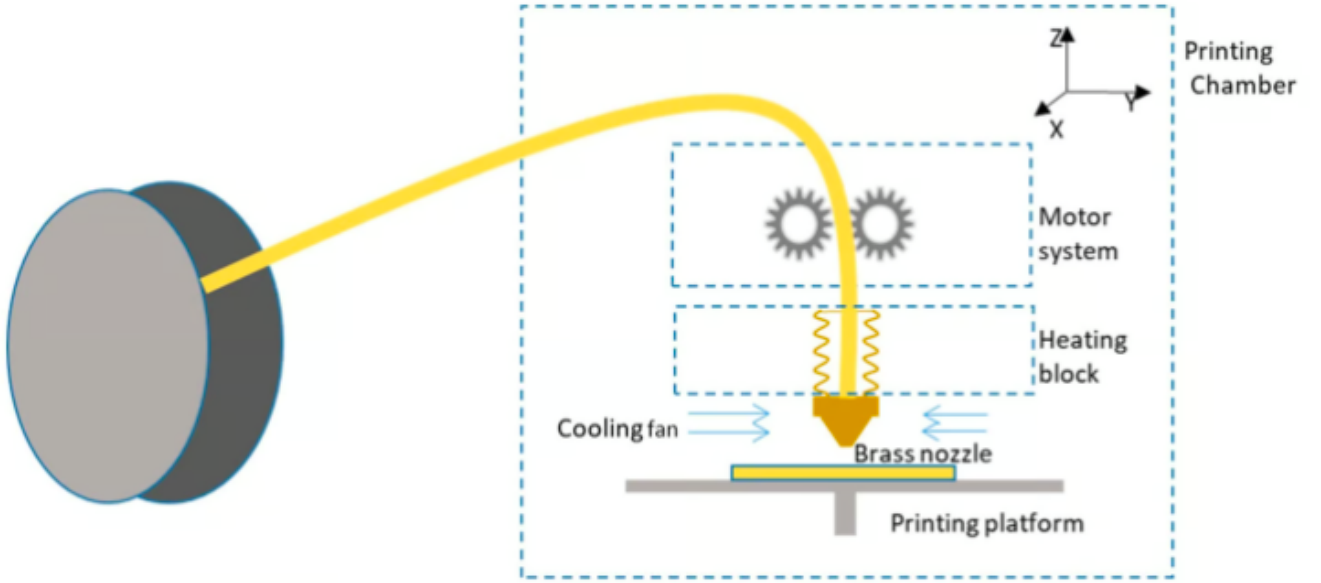
Bununla birlikte FDM ancak ticari olmayan kullanıcılar arasında daha sonra [RepRap topluluğu](#) aracılığıyla ve alternatif adı Fused Filament Fabrication (FFF) altında popüler hale geldi. RepRap Projesi akademik bir proje olarak 2005 yılında Bath Üniversitesi'nde [Adrian Bowyer](#) tarafından kendini kopyalayan cihazlar üretmek amacıyla başladı.

FDM patentinin süresi 2009'da sona erdiğinde, birkaç eski RepRap gönüllüsü, RepRap açık kaynak projesine dayalı olarak açık kaynaklı FDM 3B yazıcıları ticarileştiren ilk endüstriyel olmayan şirketlerden biri olan [MakerBot Industries'i kurdu.](#) UltiMaker ve Prusa Research gibi diğer 3D baskı şirketleri de kendi yolculuklarına RepRap hareketinden başladı. Bu şirketler ve bireyler, bugün sahip olduğumuz geniş tüketici ve hobi FDM 3D baskı pazarının yolunu açtı.

FDM (veya FFF), esas olarak termoplastiklerin üç boyutlu bir nesne oluşturmak için oluşan katmanlara ekstrüzyonu ve seçici olarak biriktirilmesi ile karakterize edilir. Bu biraz belirsiz gelebilir; bu yüzden süreci burada daha ayrıntılı olarak inceleyelim.

Özünde, FDM tekniği nispeten basittir. Başlıca işlevleri iki farklı sistem tarafından gerçekleştirilir. Biri ekstrüzyon ve yerleştirmeden, diğeri ise yazıcı kafası hareketinden sorumludur. Bu sistemlerin her ikisine de aşağıdaki bölümlerde değineceğiz.

Ekstrüzyon ve Biriktirme



Sıcak uç ısınır ve filamanı katmanlar halinde biriktirmek için eritir. (Kaynak: [Morgen](#))

Genel olarak ekstrüzyon ve biriktirme sistemi iki ana düzeneğe ayrılabilir: “soğuk uç” ve “sıcak uç”. FDM 3D baskıda kullanılan termoplastikler genellikle filament makaralarında gelir. Bu malzemenin makaradan 3D yazıcıya beslenmesinden soğuk uç sorumludur. Bu şekilde, soğuk uç, genellikle “akış” olarak adlandırılan, malzemenin diğer uçta biriktiği hızı da kontrol eder.

Öte yandan sıcak uç, hareket eden plastik malzemeyi bir nozül aracılığıyla “temizlenmek” için yeterli noktaya kadar ısıtmaktan sorumludur, dolayısıyla adı buradan gelir. Bu adım, ısıtma kartuşları, soğutucular ve tabii ki nozullar dahil olmak üzere farklı bileşenleri içerir.

Soğuk ve sıcak uçlar, katmanları düzgün bir şekilde istiflemek için gereken sıcaklıkta ve fiziksel durumda tam olarak doğru miktarda malzemeyi ekstrüde etmek için sinerjik olarak çalışmalıdır.

Donanım Kurulumları

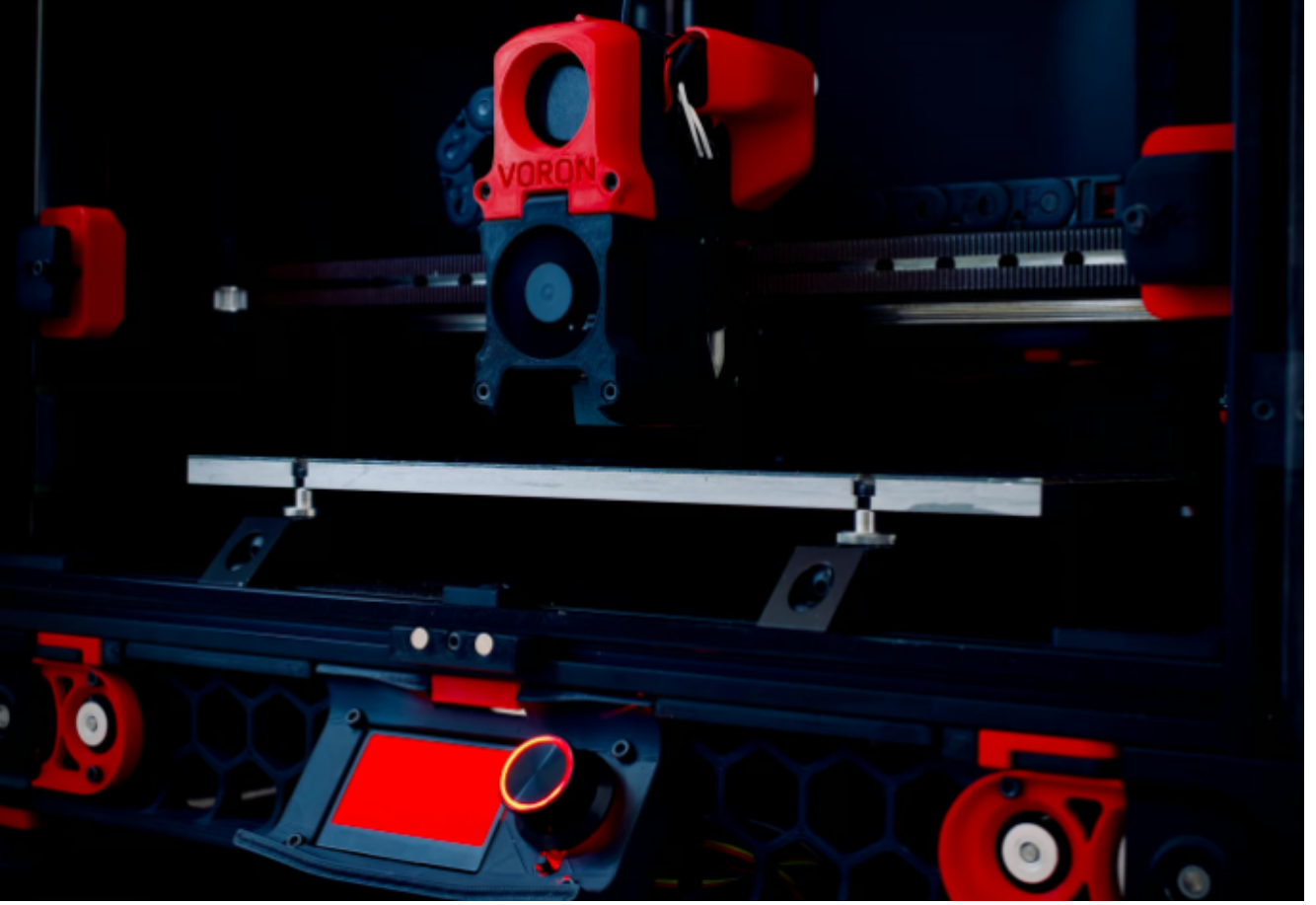
Ekstrüzyon söz konusu olduğunda, birçok farklı kurulum

vardır. Örneğin, soğuk uç, doğrudan ekstrüzyon olarak bilinen bir kurulumda hareketli sıcak ucun hemen yanına yerleştirilebilir. Buna alternatif olarak filamentin sıcak uca yönlendirilmesi için bir bağlantı borusu gerektirecek şekilde yazıcının çerçevesine yapıştırılabilir.

Sıcak uç düzenekleri de farklı kurulumlarda gelir. Örneğin " [tamamen metal sıcak uçlar](#) ", filament sürtünmesini azaltmak için içinde kısa bir boru kullanan PTFE astarlı sıcak uçlara kıyasla memede daha yüksek sıcaklıklara ulaşılmasına izin verir. Ancak boru, sıcaklığı maksimum yaklaşık 240 °C ile sınırlar.

Ekstrüzyon ve biriktirme birlikte düşünüldüğünde çoklu ekstrüzyon sistemleri de mevcuttur. Bunlar, birden fazla malzemenin aynı anda çalışmasına izin verir. Her şeyde olduğu gibi her kurulumun artıları ve eksileri vardır ve nihai seçim, 3B yazıcının hizmet edeceği hızlara, malzemelere ve uygulamalara inecektir.

Baskı Kafası Hareketi



*Açık kaynaklı bir CoreXY 3D yazıcı olan Voron 2.4
(Kaynak: [iCloud üzerinden Paul Nobel](#))*

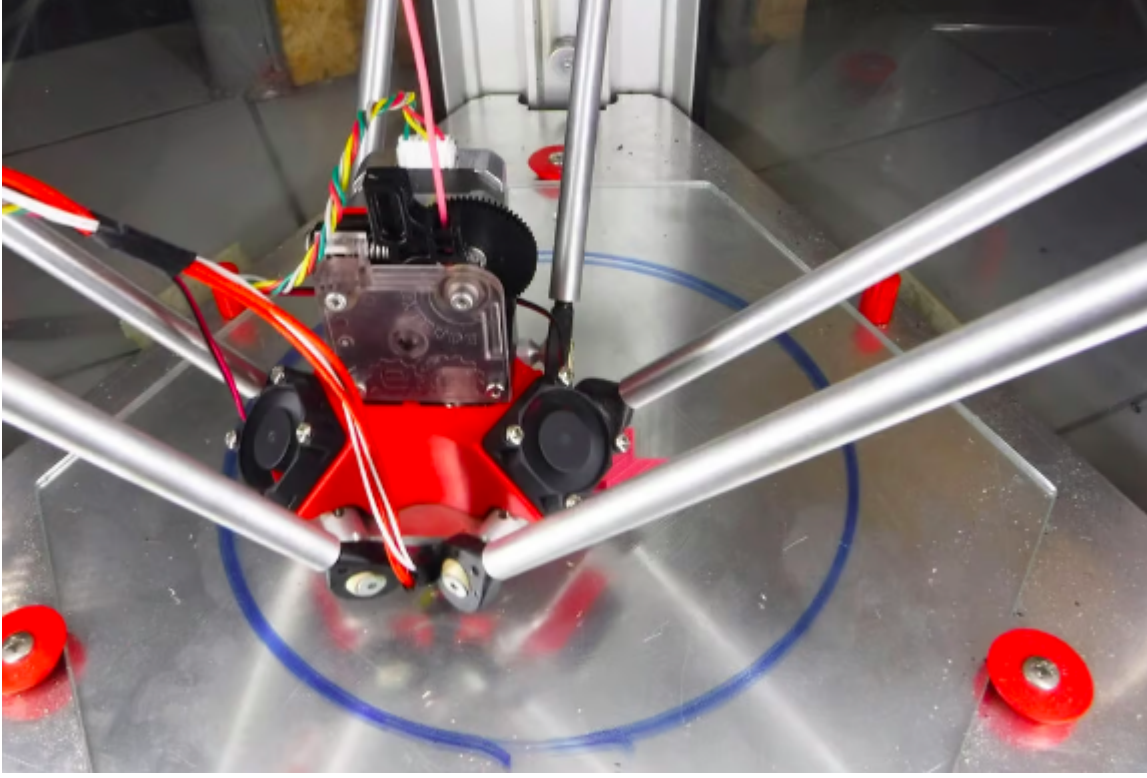
FDM 3D yazıcıların sahip olabileceği farklı ekstrüzyon kurulumlarının yanı sıra, tasarımdaki belki de en önemli değişkenlik, çerçeve ve hareket sisteminde bulunur.

FDM 3D yazıcıların hareket sistemi, erimiş malzemeyi uygun şekilde biriktirmek için sıcak uç düzeneğini üç boyutlu alanda hareket ettirmekten sorumludur. En küçük düzeyde, bu hareketi sağlayan bileşenler genellikle kademeli motorlardan, lineer kılavuzlardan, kılavuz vidalardan ve kauçuk kayış sistemlerinden gelir.

Sıcak ucun hareket ettirilmesi çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir. Başlamak için farklı kurulumları operasyonel koordinat sistemlerine göre karakterize edelim. Şimdiye kadar, 3B yazıcılar için baskın koordinat sistemi, konumun üç doğrusal koordinat (X, Y ve Z) tarafından verildiği Kartezyen'dir. Bununla birlikte, fiziksel bir konumu tanımlamak için doğrusal ve açısal değerleri kullanan kutupsal

koordinat sistemini kullanan küçük bir FDM 3B yazıcı kategorisi vardır.

Kartezyen 3D Yazıcı Çeşitleri

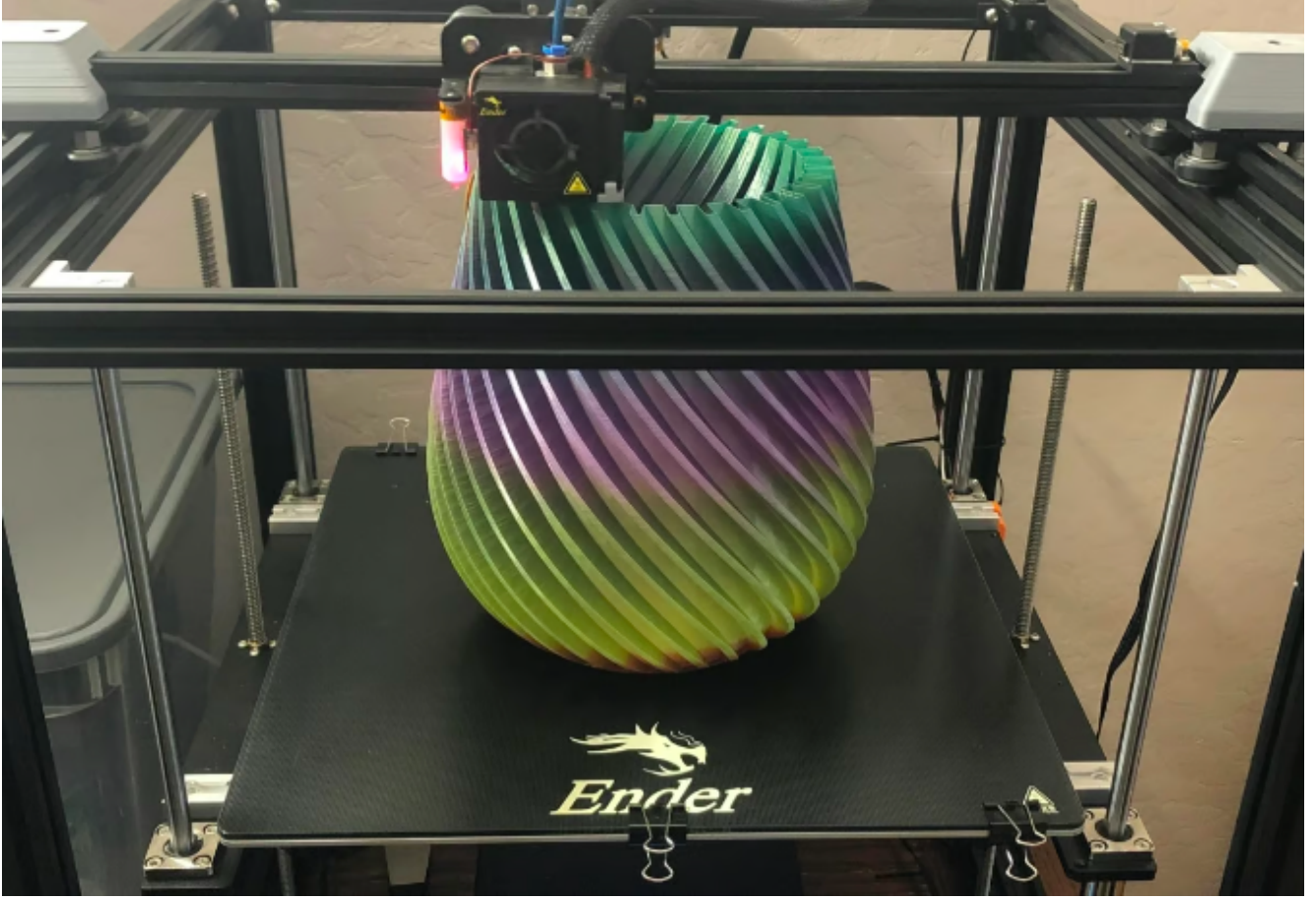


Bir delta yazıcının kolları, yazıcı kafasını kontrol etmek için birlikte çalışır. (Kaynak: [italymaker via Pinshape](#))

Kartezyen makineler, hareket sistemleri açısından daha fazla kategorize edilebilir. Örneğin, Delta 3D yazıcılar, sıcak ucu buna göre konumlandırmak için birlikte hareket eden dikey raylar ve sıcak uca bağlı bağımsız olarak kontrol edilen üç kol kullanır. Kartezyen makinelerin başka bir alt kategorisi olan SCARA yazıcılar, düzlemsel hareket gerçekleştirmek için yatay olarak hareket ettirilen kollardan yararlanır.

Yine de bir 3B yazıcıyla karşılaşırsanız, bunun Kartezyen [doğrusal stilde bir makine](#) olma ihtimali yüksektir. Burada, bir vida, kayış ve kasnak sistemi kullanarak hareketi yalnızca X-, Y- ve Z-eksenleri boyunca yönlendiren kademeli motorlara sahipsiniz. Bu kategoriye giren birçok tanımlanabilir tür vardır. Bunlardan bazıları i3 tarzı Kartezyen-XZ kafalı ve [CoreXY](#) yazıcılardır.

Baskı Performansı



FDM, ölçeklenebilirlik ve malzeme esnekliği açısından en uygun maliyetli çözümü sunar. (Kaynak: [Reddit](#))

Artıları

Ölçeklenebilirlik, FDM 3D baskının en önemli avantajlarından biridir. Reçine 3D yazıcıların aksine, FDM yazıcılar herhangi bir boyuta kolayca ölçeklendirilebilir. Çünkü tek kısıtlama her bir köprünün hareketidir.

Kolayca ölçeklenebilir bir tasarıma sahip olmanın en bariz faydalarından biri, maliyet-boyut oranıdır. Düşük parça maliyetleri ve içerdiği basit tasarımlar nedeniyle, FDM yazıcıları sürekli olarak daha büyük ve daha ucuz hale getiriliyor. Maliyetten bahsetmişken, normal FDM filamentleri, özellikle SLS ve reçine bazlı baskı gibi diğer 3D baskı yöntemleriyle karşılaştırıldığında, açık ara en ucuz 3D baskı malzemesidir.

Malzemelerle ilgili bir başka avantaj da esnekliktir. Herhangi bir FDM yazıcıda, çok çeşitli termoplastik malzemeler ve egzotik filamentler, nispeten az yükseltme ve değişiklikle basılabilir. Bu, malzemenin bir reçine veya ince toz olması gereken diğer stiller için söylenemez.

Son olarak, FDM baskı ile ilgili genel deneyim, reçine ve SLS'den çok daha iyidir. FDM ile, bu alternatif yöntemler için gerekli olan alkol banyoları ve basınçlı hava püskürtmenin aksine, destekleri çıkarmaktan başka ekstra bir temizleme adımı yoktur. FDM ile ek kütleme adımı da yoktur. Baskı işlemi tamamlandıktan sonra parçalar gitmeye hazırdır.

Eksileri

Bileşenlerinin basitliği ve genel maliyeti nedeniyle, FDM yazıcıları, diğer yazdırma yöntemlerinin güvenilirlik ve kalite düzeyine ulaşmak için genellikle çok fazla ince ayar ve ayarlama (yani yatak seviyelendirme) gerektirir.

Reçine ve SLS'nin aksine FDM büyük ölçüde fiziksel harekete dayanır. Sonuçta kalibrasyona ek olarak birçok FDM yazıcı bileşeni düzenli bakım ve dikkat gerektirir. Kayış gerginliği, ekstruder temizliği, ray yağlaması ve hatta sıcak uçlu nozüller gibi parça değişimleri özen ister.

Son olarak, FDM baskı büyük ölçüde ham madde kalitesine bağlıdır. Bir filamandaki düşük boyutsal doğruluk, çeşitli ekstrüzyon sorunlarına yol açabilir ve kimyasal bileşimi de baskı sürecini sorunlu hale getirebilir. Ek olarak baskı sürecini etkileyen nem emilimini önlemek için filament makaraları uygun şekilde saklanmalıdır.

Baskı kalitesi



FDM 3D baskı, birim alan başına maliyet ile baskı kalitesi arasında büyük bir uzlaşma sunar. (Kaynak: [CreativeTools via Thingiverse](#))

Çoğu kişi baskı kalitesini FDM 3D baskının Aşıl topuğu olarak gördüğünden, bu önemli bir konudur. Bu iddia asılsız olmamakla birlikte, burada dikkate alınması gereken farklı bakış açıları vardır.

Artıları

Baskı kalitesi sadece görünüşle ilgili değildir. Mekanik performans da burada önemlidir. FDM, özellikle kırılğan reçine 3D baskılarla karşılaştırıldığında, güçlü ve dayanıklı işlevsel parçalar üretmek için büyük bir değer sunar.

FDM 3D baskı aynı zamanda çok yönlüdür. Çünkü baskı kalitesi hız ve hatta sağlamlık adına feda edilebilir. Bu durum onu hem hoş estetik parçalar hem de daha işlevsel, sağlam parçalar üretmek için mükemmel bir araç haline getirir.

Bununla birlikte, [uygun kalibrasyon](#) ve [dilimleyici ayar](#) ayarlamaları ile FDM 3D yazıcılar, SLS ve bazı reçineli 3D yazıcılarla karşılaştırıldığında bile makinenin ve

filamanın maliyeti göz önüne alındığında inanılmaz bir baskı kalitesi düzeyine ulaşabilir.

Eksileri

Genel estetik ve yüzey kalitesi gerekliyse, FDM zahmetli olabilir. Malzeme, belirli bir önceden tanımlanmış kalınlığa sahip katmanlar halinde ekstrüde edildiğinden, ayrıntılı baskılar elde etmek zordur. Burada genellikle profesyonel, bitmiş bir görünüm elde etmek için çok sayıda [son işlem gerektirir](#).

Küçük ölçekli parçaların FDM ile yazdırılması bazen imkansızdır. Standart nozül boyutu 0,4 mm olduğundan, daha ince ayrıntılar için nozülün değiştirilmesi gerekir (0,2 mm'ye kadar). Buna rağmen, reçine ve SLS 3D baskının hassasiyetini ve netliğini yenemez.

[FDM baskının](#) diğer bir dezavantajı, baskıda her katmanın birleştirildiği doğal bir zayıf nokta yaratmalarıdır. Bunun herhangi bir 3D baskı işlemi için geçerli olduğu iddia edilebilir. Bu doğru olsa da katmanlar arasındaki bağ kuvveti daha düşük olduğundan bu durum FDM 3D baskı için daha kötüdür.

Filaman



Renk, kimyasal bileşim, boyut ve diğerleri arasında değişen çok çeşitli FDM filamentleri vardır.(Kaynak: [PartSnap](#))

Bu makale boyunca, çoğu kişi tarafından basitçe filament olarak bilinen FDM 3D baskı için ham madde malzemesinden bahsettik. Geleneksel olarak, filaman demetinin çapı 1,75 veya 2,85 mm'dir. Bu, 3D yazıcının ekstrüzyon tertibatına bağlıdır.

FDM için en yaygın filamentler [PLA, PETG ve ABS'dir. PLA](#) belki de FDM ile 3D baskı için en kolay malzemedir. Ayrıca biyolojik olarak parçalanabilir ve kokusuzdur. Düşük ısı direnci, 60 °C'ye kadar düşük sıcaklıklarda yumuşaması dezavantajıdır.

Öte yandan PETG, çok daha iyi sıcaklık direnci sunar. Ancak 3D baskı için biraz daha zahmetli olabilir. Çünkü sızmaya ve bükülmeye çok eğilimlidir. ABS, mekanik özelliklerde başı çeker fakat yazıcı muhafazası olmadan 3D baskı yapmak zor olabilir. ABS'nin baskı işlemi sırasında zehirli dumanlar saldığı bilinmektedir. Bu nedenle bir mahfazaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bununla birlikte, bu malzemelerin her biriyle ilgili deneyim, her bir kullanıcı, ekipman ve özellikle filament üreticisi ile

farklılık gösterebilir. Bahsedildiği gibi, FDM 3D baskının en büyük avantajlarından biri, malzemelerin esnekliği ve piyasada bulunabilirliğidir. Metalik katkılı filamentler, karbon fiber plastikler, karanlıkta parlayan malzemeler ve hatta TPU gibi kauçuk benzeri termoplastikler gibi çok sayıda egzotik ve tuhaf malzeme bulunur.

Yazıcı Seçenekleri



FDM 3D yazıcı pazarı çok büyük olduğundan önceliklerinizi doğru belirlemeniz gerekir. (Kaynak: [Prusa Research](#))

FDM'nin sizin için uygun olduğunu düşünüyorsanız veya 3D baskıda tamamen yeniyseniz, belki de kendinize ait bir makine almayı düşünmenin zamanı gelmiştir. Bir yazıcı pazarında olduğunuzu varsayalım: nereden başlamalı?

Dikkate alınması gereken ilk soru, neden bir 3D yazıcıya ihtiyacınız olduğudur. Maker hareketine katılmak, bu teknoloji hakkında daha fazla bilgi edinmek veya onu ticari veya profesyonel bir şekilde kullanmak mı istiyorsunuz?

Düşünmeniz gereken ikinci soru, ne tür parçalara 3D baskı yapacağınızdır. Dekoratif, eğlenceli görünen parçalar mı

düşünüyorsunuz? Yoksa işlevsel parçalar için yüksek performanslı malzemeleri işleyebilen bir yazıcıya mı ihtiyacınız var?

Popüler Seçenekler

Yeni başlayan biriyseniz veya ucuz ama çok iyi bir FDM 3D yazıcı arıyorsanız, [Ender 3 Serisi](#) size iyi hizmet eedecektir. Nispeten basit ve son derece popülerdirler. Dolayısıyla pek çok öğretici ve kılavuz bulabileceksiniz.

3D baskı hedefleriniz konusunda biraz daha ciddiyseniz ve daha büyük bir bütçeniz varsa, [Prusa i3 MK3S+'a](#) ve hatta harika baskı performansına, otomatik yatak seviyelendirmeye ve diğer özelliklere sahip yakın zamanda piyasaya sürülen [MK4'e](#) kesinlikle bir göz atmalısınız.

Profesyonel olarak 3D baskı yapacak veya atölyeleri için yeni bir makineye ihtiyaç duyan kullanıcılar için [UltiMaker S3](#), büyük güvenilirlik ve çok yönlülük sağlayacaktır. 280 °C'ye kadar nozül sıcaklıkları yapabilir ve her ikisi de çok çeşitli malzemelerin 3D yazdırılmasına izin veren kapalı bir odaya sahiptir. Ayrıca çift ekstrüzyon baskısını da destekler.

Hedefleriniz veya bütçeniz ne olursa olsun, kesinlikle size uygun bir makine vardır. FDM baskı dünyası orada bir yerde sizi bekliyor olacak!