

3D Yazıcılarla Organ Üretmek

3D yazıcılar, organ üretimi için umut verici bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Bu süreç, biyoprinting adı verilen bir yöntemle gerçekleştirilmektedir. Biyoprinting, biyolojik materyallerin 3D yazıcılarla katmanlı olarak bir araya getirilerek canlı dokuların veya organların oluşturulması sürecidir.

Biyoprinting, genellikle hücreler, biyolojik materyaller ve biyobozunur polimerlerden oluşan bir mürekkep kullanılarak gerçekleştirilir. 3D yazıcı, bu mürekkebi belirli bir desene göre tabakalar halinde birleştirerek istenen organın veya dokunun yapısını oluşturur. Hücreler ve biyolojik materyaller, yazıcı tarafından oluşturulan iskelet yapısı üzerine yerleştirilir ve doku oluşturma süreci başlar. Bu süreçte, hücrelerin birleşmesi, büyümesi ve fonksiyonlarını gerçekleştirmesi için uygun bir ortam sağlanır.

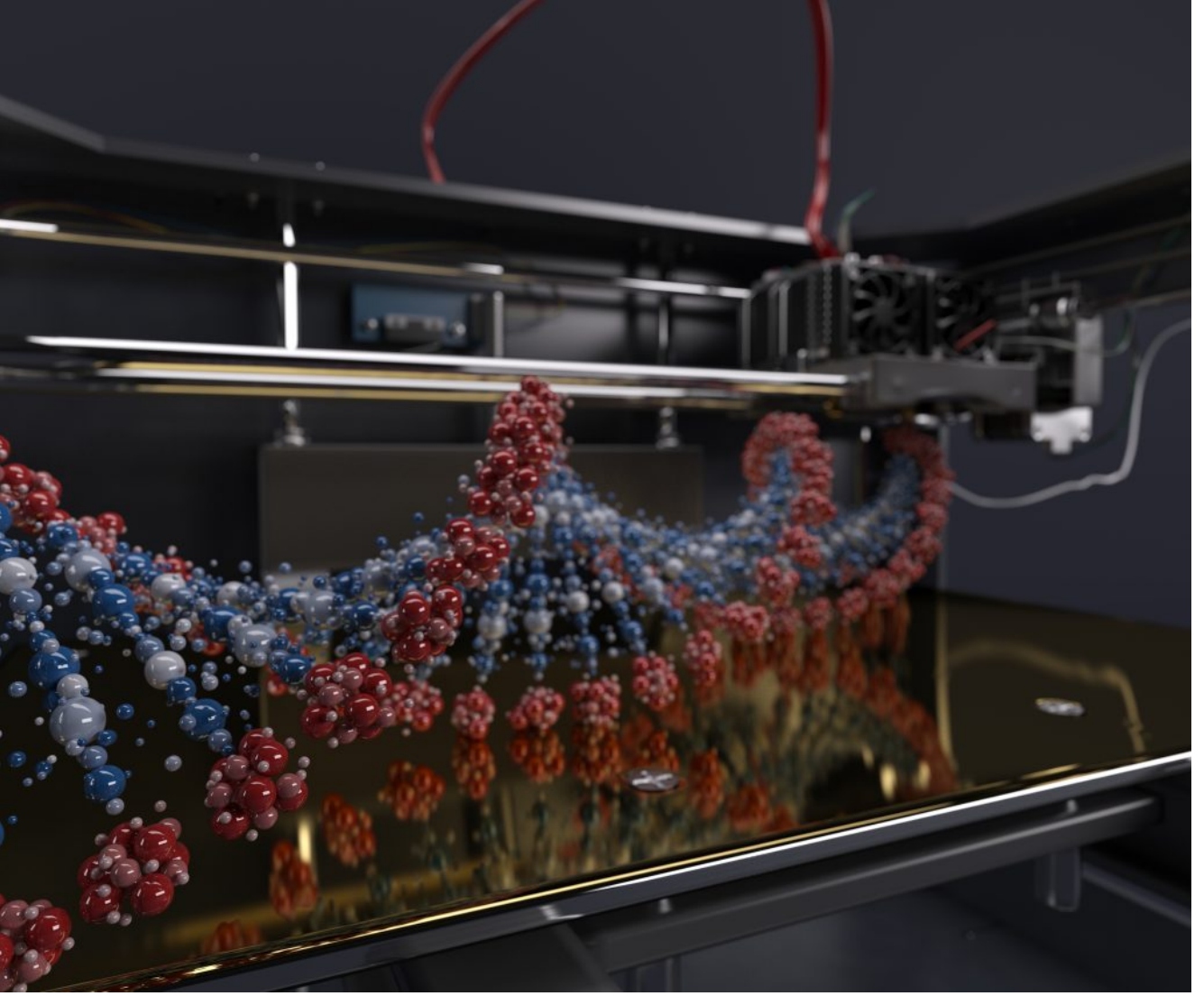
Biyoprinting süreci genellikle şu adımları içerir:

1. Hücre Seçimi: İlgili organ veya doku için uygun hücreler seçilir. Bu hücreler, hastadan alınan örneklerden veya laboratuvar ortamında üretilen hücre hatlarından elde edilebilir.
2. Biyolojik Mürekkep Hazırlama: Hücrelerin bir arada tutulmasını sağlayacak biyolojik materyaller ve biyobozunur polimerler bir araya getirilir. Bu mürekkep, 3D yazıcı tarafından kullanılarak tabakalar halinde bir yapı oluşturmak için kullanılır.
3. Biyoprinting: 3D yazıcı, belirli bir desene göre biyolojik mürekkebi tabakalar halinde birleştirir. Yazıcı, katmanlar arasında uygun sıcaklık, nem ve pH gibi ortam koşullarını sağlamak için kontrol edilir. Hücrelerin ve biyolojik materyallerin doğru konumda

yerleştirilmesi, dokunun yapısını oluşturur.

4. Doku Oluşumu: Biyoprinting işleminden sonra, hücresler birbirleriyle etkileşime girer, büyür ve doku oluşturma süreci başlar. Bu süreçte, hücrelerin diferansiyasyonu (farklılaşması) gerçekteşerek spesifik hücre tiplerini oluştururlar ve dokunun yapısı gelişir.

Ancak, şu anki teknolojik gelişmelere rağmen, tamamen işlevsel ve karmaşık bir insan organının 3D yazıcılarla üretilmesi hala büyük zorluklarla karşı karşıyadır. İnsan organları oldukça karmaşık yapılardır ve biyoprinting süreci, bu karmaşıklığı tamamen taklit etmek için yeterli değildir. Organlarımızın işlevini yerine getirmesi için doğru hücre tiplerinin, yapıların ve doku örgüsünün bir araya gelmesi gerekmektedir. Ayrıca, biyoprinted organların kan damarları ve sinir ağları gibi hayati yapıları içermesi gerekmektedir. Bu tür zorluklar, organların tam işlevselliğini sağlama ve büyük ölçekli organ replasmanlarını gerçekteşirme konusunda önemli engeller teşkil etmektedir.



Ancak, biyoprinting teknolojisi hızla ilerlemekte ve gelecekte organ üretimi konusunda büyük potansiyele sahip olabilir. Bu alanda yapılan araştırmalar ve geliştirmeler, daha karmaşık organlar üretme, organ nakli bekleyen hastaların yaşamını kurtarma ve ilaç testleri için insan benzeri organ modelleri geliştirme gibi çeşitli uygulamaların mümkün olabileceğini göstermektedir. 3D biyoprinting, organ nakli alanında büyük bir devrim potansiyeli taşıyor, ancak hala daha fazla araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

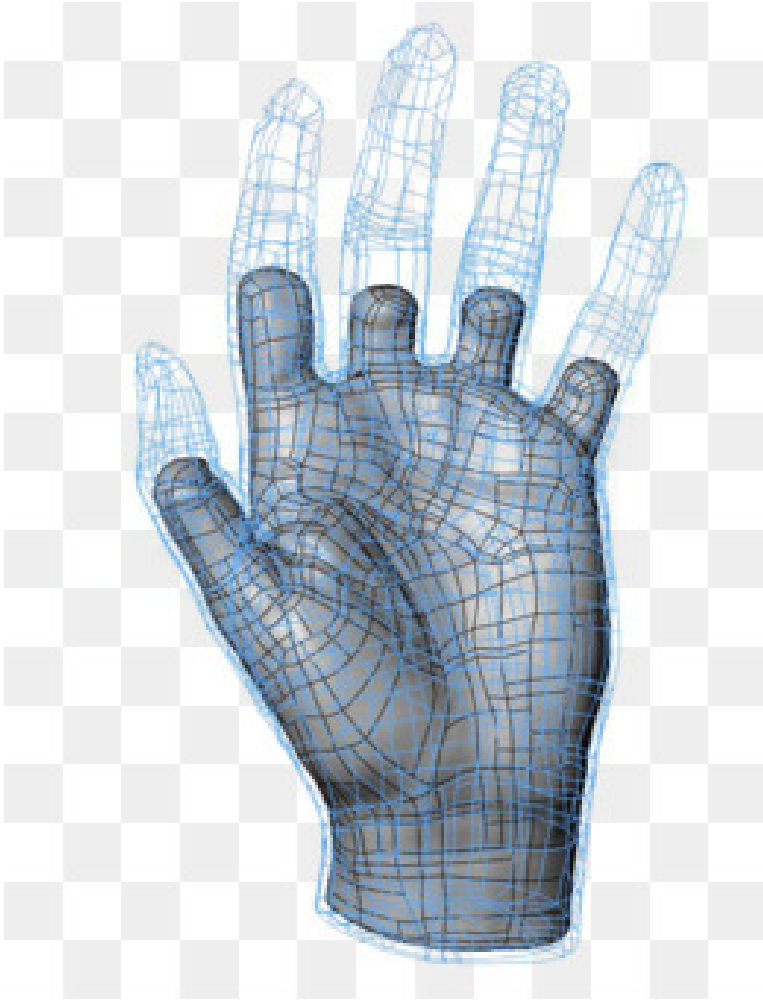
STL ve OBJ (Dosya Biçimleri) Arasındaki Farklar

3D verileri depolamanın birçok yolu vardır.STL [dosya formatı](#), [3D dilimleyiciler \(Cura, ideaMaker, Simplify3d vb.\)](#)ve [Thingiverse](#) ve [MyMiniFactory](#) gibi çevrimiçi dosya havuzları tarafından kullanılan standart format olan 3D baskıdaki rolü nedeniyle özellikle popülerdir .

Daha az yaygın olmasına rağmen, [OBJ formatı](#) da 3D baskı amaçları için kullanılır. [Ancak, modeller hakkında daha fazla bilgi taşıdığı ve farklı yazılımlar](#) tarafından daha kolay içe veya dışa aktarıldığı için genellikle animasyonsuz grafik uygulamalarında kullanılır .

Bu yazıda, her iki formatın temel özelliklerini gözden geçireceğiz ve uygulanabilirlik ve değer açısından karşılaştıracacağız.

Onlar Neler?

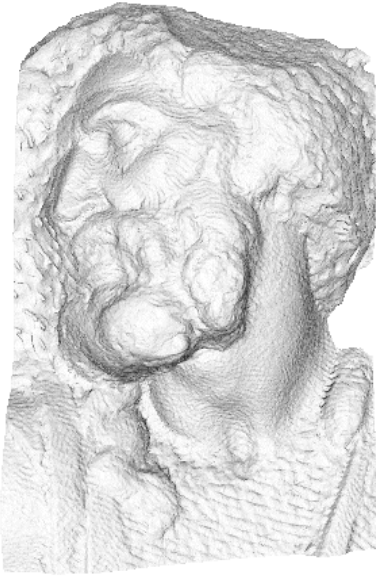


STL ve OBJ biçimlerinin 3D modellerin geometrisini kodlama şekli çokgen kafesler aracılığıyla'dır. Bu, 3B nesnenin her yüzeyinin birbirine bağlı çokgenlerden oluşan yaklaşık bir ağ tarafından temsil edildiği ve nihai çözünürlüğün kaç tane çokgen olduğuna bağlı olduğu anlamına gelir.

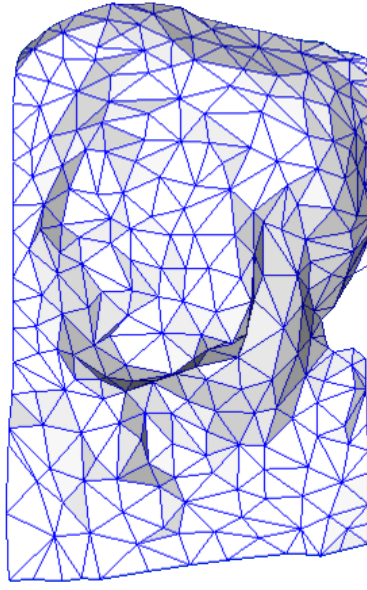
“Standart Mozaik Dili” veya STL, 80’lerde [3D Systems](#) tarafından 3D baskı için özel olarak oluşturulmuştur . Yalnızca üçgen ağlardan yapılmıştır ve uzunluk birimi (milimetre veya inç) gibi bazı model bilgilerinden yoksun olan çok hafif bir biçimdir.

OBJ veya “Wavefront Object”, adını film endüstrisi için yazılım çözümleri geliştiren bilgisayar grafik şirketi [Wavefront Technologies'den almıştır.](#) Dijital grafik dünyasında iyice yerleşmiş ve ileride göreceğimiz nedenlerle 3D baskı topluluğu içinde giderek daha popüler hale gelen açık kaynaklı bir formattır.

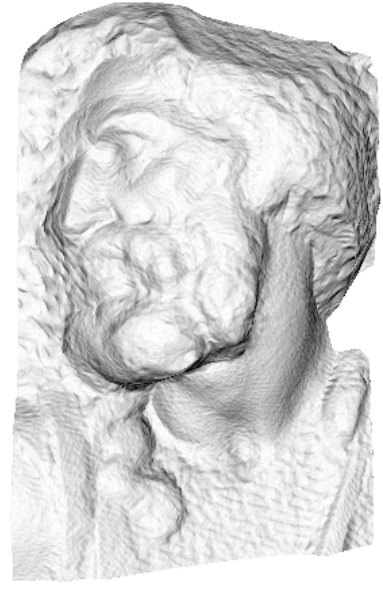
Model Yapısı



original mesh
4M triangles



simplified mesh
500 triangles



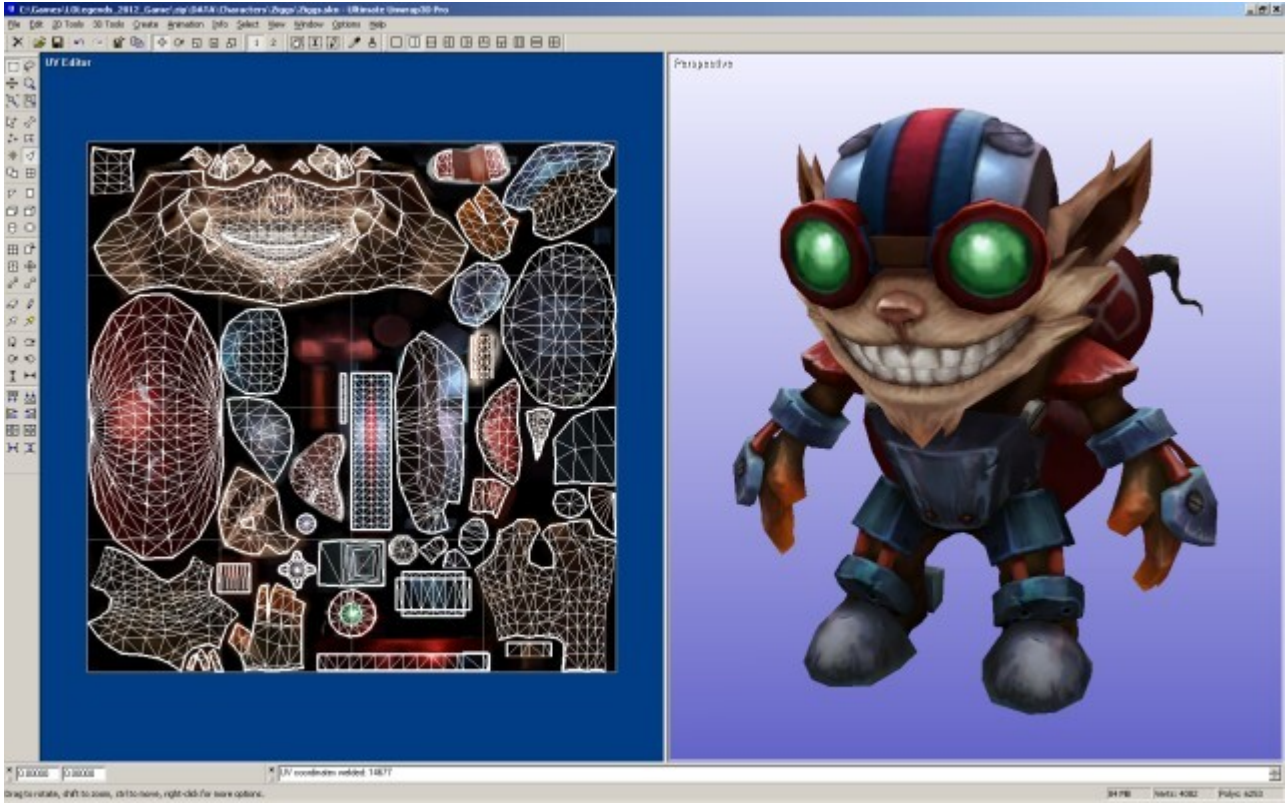
simplified mesh
and normal mapping
500 triangles

Bu iki biçim birkaç yönden farklılık gösterir. 3B modelleri benzer şekilde temsil etseler de yapısal olarak farklıdırlar ve bunun kullanılabilirlik ve son uygulamalar açısından etkileri vardır.

Bahsedildiği gibi STL, basit geometri için yeterli olan, tamamen üçgenlerden oluşan bir ağ olarak nesnelerin yüzeyini temsil eder. Daha yüksek bir model doğruluğu, daha fazla sayıda üçgen gerektirir, bu nedenle dosya boyutunu neredeyse katlanarak artırır. En yüksek çözünürlükte bile, yine de yaklaşık bir değer olacaktır.

Öte yandan OBJ, aynı dosyada birkaç farklı çokgen içerir ve hassas yüzey kodlamasını destekler. Faset şekilleri yerine yüzeyler, çok daha pürüzsüz ve doğru yüzeyler sağlar. Ancak bu, daha büyük dosya boyutları pahasına da gelir.

Renk ve Doku

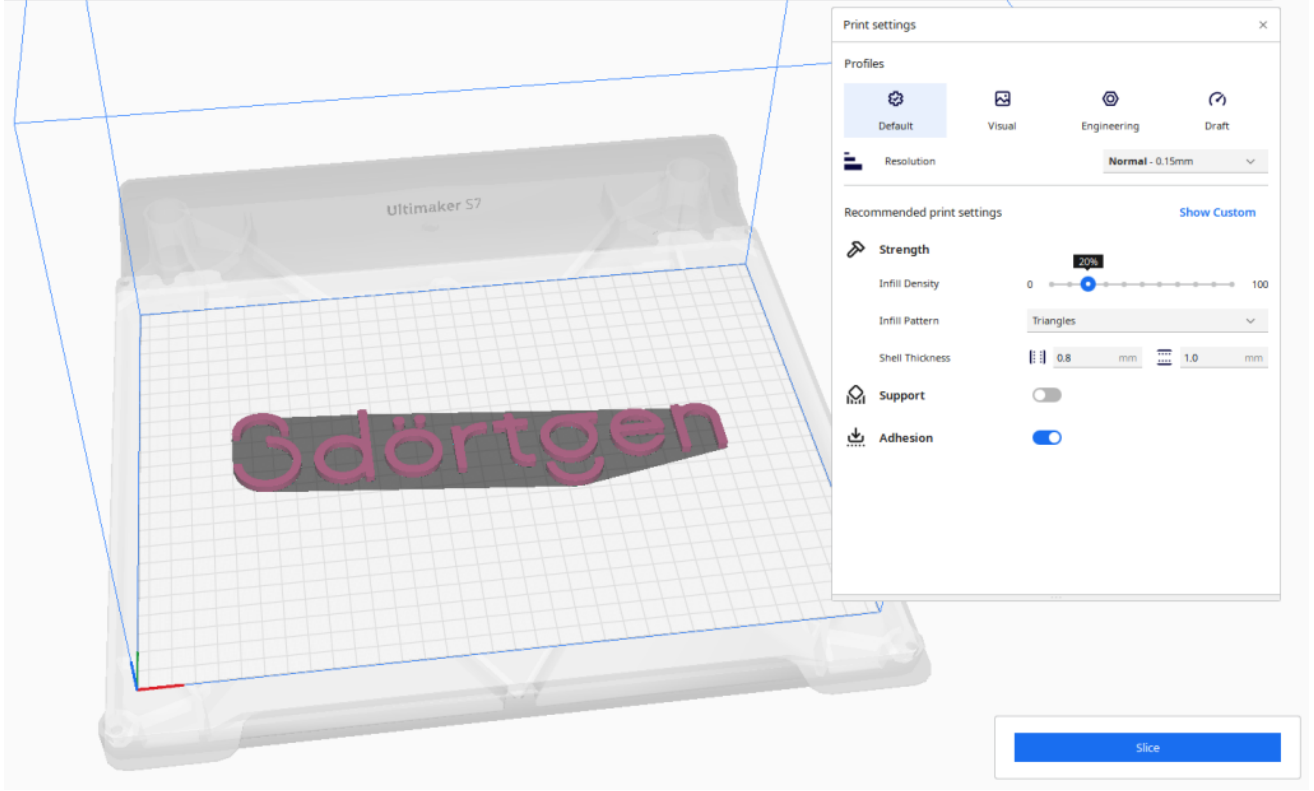


Bu formatlar arasındaki diğerk bir fark, renk ve doku bilgilerini nasıl işledikleridir. STL, bu özelliklerle ilgili herhangi bir bilgiyi saklayamaz. [Bu nedenle, tamamen grafiksel uygulamalar veya çok renkli](#) veya [çok malzemeli](#) 3D baskı içeren uygulamalar için en iyi format değildir .

OBJ bu noktada öne çıkar ve özellikle [3D tarama](#) uygulamaları için kullanışlıdır. Bu format, gerçek fotoğraf bilgilerini, modeli saran ve taşınan iki boyutlu bir görüntüye (genellikle ayrı bir görüntü dosyasında saklanır) dahil edebilir.

[Bu, OBJ'yi tam renkli 3D baskı](#) teknikleri için uygun hale getirir , ancak [AMF](#) ve [3MF](#) gibi diğerk formatların bu amaç için daha uygun olduğu bilinmektedir.

Yazılım Desteği



Yazılım desteği açısından, hem STL hem de OBJ çok iyi kapsamaktadır. STL, masaüstü 3B baskıda tümü olmasa da çoğu [3B dilimleyici](#) için standart biçimdir . Sadeliği ve küçük dosya boyutu nedeniyle, 3B yazdırmaya yönelik tasarımları paylaşırken de en yaygın biçimdir.

OBJ, FDM için [Cura](#), ideaMaker ve [Simplify 3D](#) ve reçine baskı için [ChiTuBox](#) ve [PrusaSlicer](#) gibi popüler 3D baskı dilimleyiciler tarafından desteklenir. Ancak format, 3D baskının ötesindeki uygulamalar için de yaygın olarak kullanıldığı için STL'den daha çok yönlüdür. Örneğin oyun geliştirme, OBJ dosyalarını sık sık kullanır. Bu nedenle format, grafik ve [animasyon yazılımları](#) tarafından geniş çapta desteklenmektedir .

Son Düşünceler



Bu formatlar birçok özelliği paylaşıyor ve her ikisi de geniş 3B yazdırma amaçları için kullanışlı olsa da, her biri biraz farklı kullanım durumlarına yönelir.

STL, biraz daha az doğruluğa sahip bir 3B temsilidir, ancak birçok farklı uygulama için yeterince kesindir. Daha küçük boyutu, onu depolama ve hızlı paylaşım için mükemmel kılar, ancak genel olarak STL, 3B yazdırma amaçlarıyla sınırlıdır.

Buna karşın daha karmaşık OBJ, geleneksel olarak daha fazla modelleme ve düzenleme gerektiren uygulamalar da dahil olmak üzere 3B baskı dışındaki uygulamalar için kullanılır. Yine de, renk ve doku verilerini depolama yeteneği, OBJ'yi daha geniş kitleler için giderek daha erişilebilir hale gelen bir teknik olan çok renkli 3D baskı için uygun bir aday haline getiriyor.

Kaynak :

<https://all3dp.com/2/obj-vs-stl-file-format-differences/>

Tersine Mühendislik için Kullanılan 3D Tarayıcı Yazılımları

Şematik çizim veya dijital tasarım dosyası yokken bir parçayı veya ürünü yeniden yaratmak eskiden göz korkutucu bir işti. 3D tarama teknolojisi yaygınlaşmadan önce, bir çizim oluşturmak için bir nesnenin hassas ölçümleri alınarak elle tersine mühendislik yapılıyordu. Uygun fiyatlı 3D tarama teknolojisi, kullanımını kolay yazılım ve modelleri, prototipleri ve çoğu durumda son parçaları hızlı bir şekilde üretmek için 3D yazıcılarla artık her şey değişti. Bu yazımızda, fiziksel bir parçadan dijital bir modele geçme sürecini adım adım inceleyeceğiz ve 3D tarayıcı yazılımları özelinde inceleme yapacağız.

Tersine Mühendislik Nedir?

Geniş anlamda, tersine mühendislik, nasıl çalıştığını görmek için bir nesneyi sökme eylemidir. Pratik düzeyde, tersine mühendislik, fiziksel bir nesneyi ölçer ve ardından onu dijital bir 3B model olarak yeniden yapılandırır. Ardından 3B yazdırılabilir veya başka bir şekilde üretilebilir.

Tersine Mühendislik Uygulamaları



Bir tür [tersine mühendislik](#) sürecinde, dökümhanelerde kalıp yapımını kolaylaştırmak için 3B tarayıcılarla tam yüzey 3B ölçümleri alınır. (Kaynak: [Capture3D](#))Artık üretilmeyen yedek parçaları ve araçları yeniden yaratmak, tersine mühendisliğin bariz kullanımımıdır. Bundan çok daha fazlası da vardır.

Eski parçaları ve ürünleri iyileştirin

Bugün pek çok şirket, orijinal tasarımların ve tasarım kararlarının zamanla kaybolduğu parçaları imal etmek için onlarca yıllık kalıpları kullanıyor. Dijital modeller ile eski parçaları geliştirebilir, daha güçlü veya daha hafif hale getirebilirsiniz.

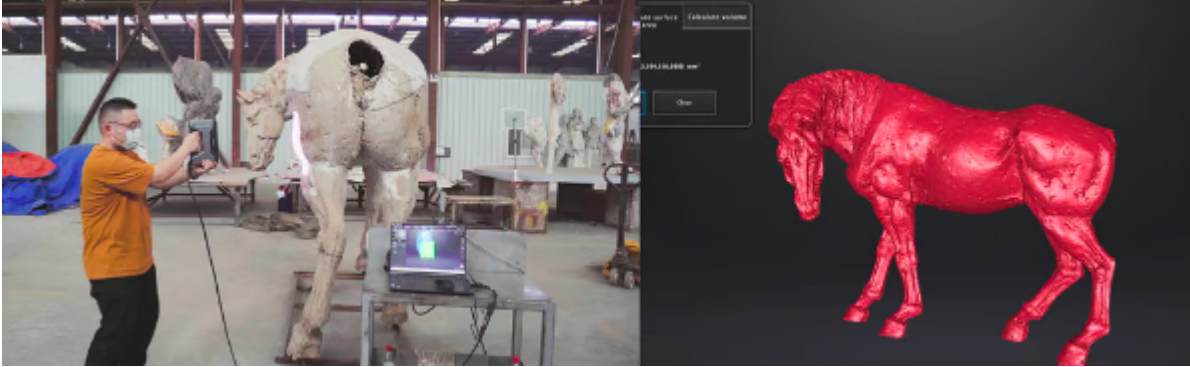
Satış sonrası özelleştirme

Özellikle otomotiv endüstrisinde, yeni arabanıza mükemmel şekilde uyan ürün ve aksesuarlar sunmak büyük bir iştir. Bunun için üreticilerin kesin ölçümlere ihtiyacı vardır. Bunun için 3D tarama en hızlı yoldur. Bu modelleri her zaman üretemeyebilirsiniz lakin uyum ve montaj testi için 3D baskı prototipleri yaygındır.

El yapımı prototipleri dijitalleştirin

Sanatçılar, tasarımcılar ve otomobil üreticileri konseptleri

hâlâ kilden modelliyor. Tasarım stili onaylandıktan sonra dijital modelden başlayarak bu ürünleri üretime sokuyorlar. Bu modeller tarandıktan ve sayısallaştırıldıktan sonra hala değiştirilebilir ve stres simülasyonlarından geçirilebilir.



3D tarama, sanat eserlerini çoğaltmak için bir heykel kalıbı oluşturmak için kullanılabilir. (Kaynak: [Shining 3D](#))

Eski eserleri koruma

3D tarayıcılar, kültürel mirası koruma çabasıyla dünyanın en iyi müzelerinde standart ekipman haline [geldi](#). Aile yadigarı mücevherleri çoğaltmak bugün çok daha erişilebilir hale [geldi](#). Bunun için orijinalleri tarayın ve istenen boyuta ölçeklendirin veya arşivlemek için tarayın.

Ürün incelemesi

Şirketler, nasıl yapıldığını ortaya çıkarmak, güçlü ve zayıf yönlerini bulmak ve yeniliklerinden ders çıkarmak için genellikle bir rakibin ürününe tersine mühendislik uygular. Ürünü yeniden oluşturmak elbette telif hakkı, ticari marka ve fikri mülkiyet sınırlamalarıyla birlikte gelir. Tersine mühendislik, kaza yapan arabayı 3 boyutlu tarayarak ve dijital modeli yeni bir arabanınkiyle karşılaştırarak bir araba kazası gibi bir olayın nasıl olmuş olabileceğini araştırmak için de kullanılır.

Tersine Mühendislikte 3 Ana Adım

Tersine mühendislik süreci, kullanılan belirli araçlara ve istenen sonuca bağlı olarak biraz değişebilen standart bir iş

akışını takip eder. Genel olarak, süreç aşağıdaki gibidir:

1. **Veri toplama:** Boyutlu verileri toplamanın çeşitli yolları vardır. Günümüzde en yaygın yöntem 3B taramadır.
2. **Veri işleme:** 3D tarayıcıdan elde edilen veriler dijital bir modele işlenir. Ham 3B model, tarama sırasında yeterince yakalanmamış olabilecek belirli bölgeleri düzeltmek ve hassaslaştırmak için genellikle biraz çalışma gerektirir.
3. **Model Oluşturma:** Burada gerçekleştirilen kesin eylemler, tersine mühendisliğin istenen sonucuna göre belirlenir. Amaç sadece çoğaltma ise o zaman parça üretime hazır olabilir. Düzeltmeler ve eklemeler gerekirse bilgisayar destekli tasarım yazılımlarında dijital model manipüle edilir.

3D Tarama Yazılımları

Bir 3B tarayıcı seçerken, onunla birlikte sunulan iki tür yazılımı da göz önünde bulundurun. Fiziksel bir nesneyi düzgün bir şekilde yakalama yeteneği, siz tararken taramayı işlemek için kullanılan yazılımdan eşit derecede etkilenir. Bu, kullanacağınız ilk tarama yazılımı türüdür ve tarayıcınızın bir özelliğidir, bir seçenek değildir. Temel olarak tarama işleminizin ne kadar kolay olacağını belirler. Yalnızca tarama iş akışında size rehberlik etmekle kalmaz, aynı zamanda cihazın hareketi hakkında gerçek zamanlı geri bildirim sağlayarak bir bölümü yeniden taramanız gerekip gerekmediğini size bildirir.

İkinci ve genellikle isteğe bağlı yazılım, tarama verilerini topladıktan sonraki adım içindir. Bu dijital bir modele dönüştürmeye yardımcı olur. Genellikle tarayıcı üreticiniz tarafından isteğe bağlı bir abonelik olarak sunulur.

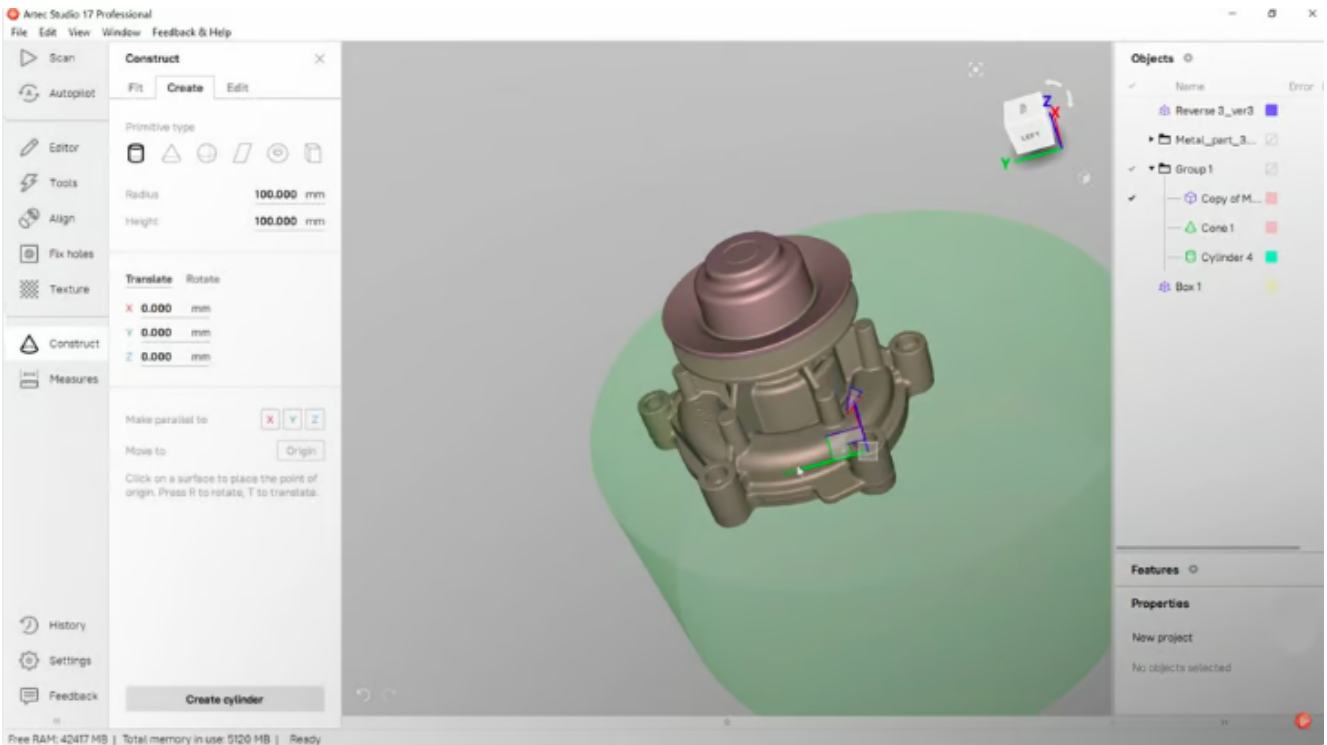
3B tarayıcı yazılımınının tam bir CAD sisteminin yerini alması amaçlanmasa da tarama verilerini üretilebilir bir modele dönüştürmeye yönelik işlerin çoğunu

gerçekleştirebilir. Örneğin, yalnızca bitişik alanlara dayalı olarak boşlukları veya delikleri düzeltmek için veri üretmezler. Aynı zamanda bu programlar örgü modelinize temel geometrik özellikleri (düzlemler, sütunlar, silindirlere, küreler) empoze edebilir.

Tarayıcınızın, en sevdiğiniz CAD veya CAD'e tarama yazılımında düzenleyeceğiniz güçlü verilerin çıktısını almasını tercih ederseniz, çoğu tarayıcı bunu yapacaktır. Bunun ardından Geomagic, Autodesk Meshmixer gibi bağımsız ürünleri kullanabilirsiniz.

Hangi yazılımları kullanabiliriz?

Artec Studio



Artec Studio 17 verileri CAD model yazılımına tarar. (Kaynak: Artec 3D)

Artec Studio, 3D tarayıcı üreticisi Artec3D'nin yazılımıdır ve işlevselliği çoktur. Artec Studio, şu anda sürüm 17 ve bu yıl çıkacak olan 18 sürümde, tarama verilerinin otomatik işlenmesini ve ağa taramayı neredeyse nokta vuruşlu bir operasyon haline getiren yapay zeka özelliklerini geliştirdi.

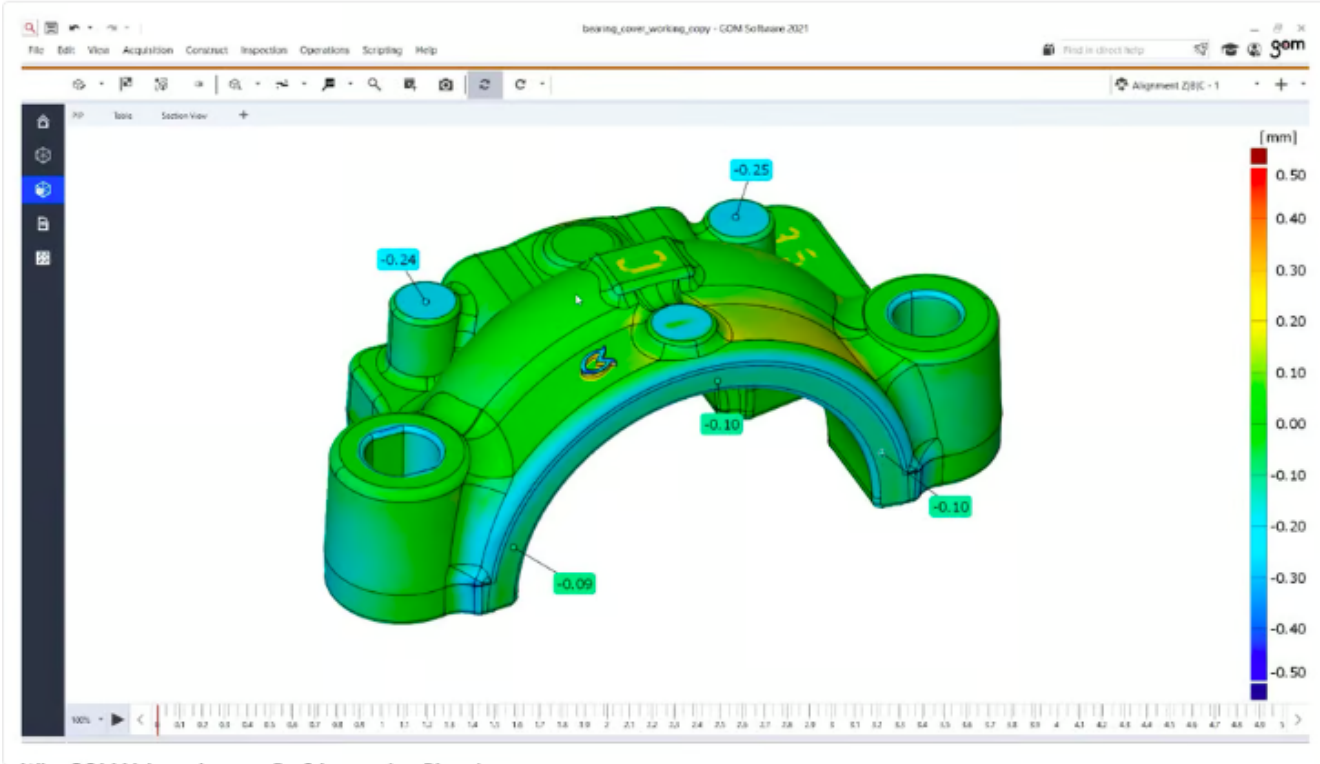
Otopilot işlevi, siz birkaç temel çevre ölçüsü girdikten sonra eldeki veriler için en etkili 3B algoritmaları seçer. AI işlevi, ulaşılması zor alanları, keskin kenarları ve küçük ve ince öğeleri yüksek çözünürlükte yakalar.

Artec Studio, tarayıcıyı en uygun mesafede tutup tutmadığınızı bilmenizi sağlayan Radar moduna sahiptir. Nesnenizin üzerinde durduğu tabanı tanıyan ve onu otomatik olarak ortadan kaldıran Akıllı Taban Kaldırma gibi bazı kullanışlı ve benzersiz özellikler de taşır.

Profesyoneller için Artec Studio, 3B taramalarınızı manuel olarak işlemeniz için çok çeşitli araçlar sunarak verileriniz üzerinde tam kontrol sahibi olmanızı sağlar. Modellerinizi incelemenizi, karşılaştırmanızı ve ölçmenizi sağlayan delik doldurma araçları, doku uygulamaları ve araçlar vardır. Temel geometrik verileri kaydetmek için ilkelleri (temel şekiller) uygulamak ve tek tıklamayla bir CAD yüzey gövdesi oluşturmak için ağ modelinize yüzey yamaları yerleştirmek gibi önemli ters mühendislik işlemlerini doğrudan Artec Studio'da gerçekleştirerek iş akışınızı hızlandırabilirsiniz.

- **Platform:** Windows
- **Abonelik Maliyeti:** €800 /yıl

Zeiss GOM (ücretsiz)



Zeiss'in GOM Inspect yazılımı, tarama verilerini hassaslaştırmak için ücretsiz ve ücretli bir sürüme sahiptir. (Kaynak: Zeiss)

GOM Inspect yazılımı, bir Zeiss ile orijinal parçanın yakalanmasından GOM tarayıcıya kadar basit veya karmaşık 3D tarama verisini hızlı bir şekilde işleme, ağı işleme ve CAD içe aktarma için onarma yeteneğine sahip çok yönlü bir programdır.

GOM Inspect'in bir Pro sürümü ve kullanışlı bir ücretsiz sürümü vardır. Ücretsiz sürümle, işlenmek üzere hemen hemen her marka 3D tarayıcıdan (ve CT tarayıcılardan) veri alabilirsiniz. GOM Inspect Pro ayrıca tarayıcıdan bağımsızdır.

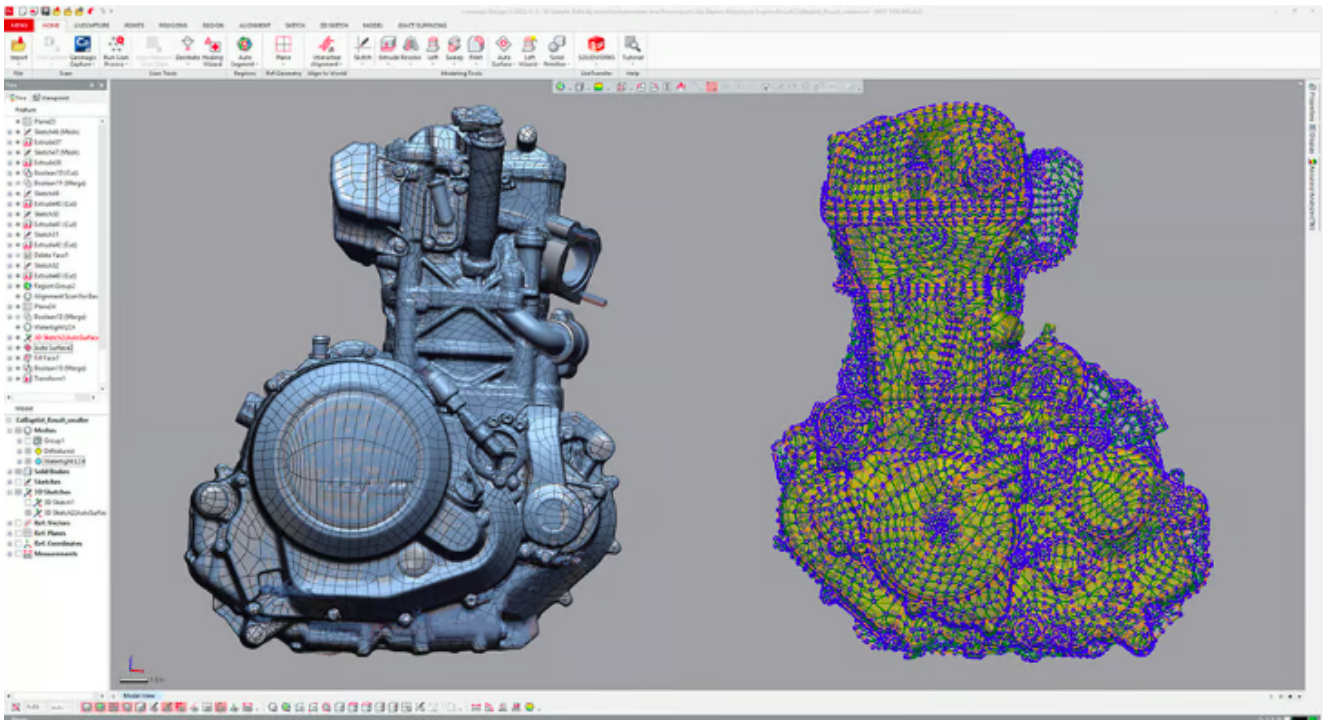
Adından da tahmin edebileceğiniz gibi Inspect, inceleme görevleri için tasarlanmıştır. Başka bir deyişle, bir parçanın spesifikasyonlara tam olarak uygun olarak üretildiğinden emin olmak için değerlendirilmesidir. Tıpkı tersine mühendislik gibi bu da parçanın taranmasını, nokta bulutu verilerinin bir ağa dönüştürülmesini ve modelin orijinal CAD modeliyle karşılaştırılmasını gerektirir. Pro sürümü, tersine mühendislikte ihtiyaç duymayacağınız izlenebilir değerlendirme ve raporlama gibi denetime özgü bir dizi görev içerir.

GOM Inspect ücretsiz, çalıştırmadan önce her adımın canlı bir ön izlemesi ile çokgen ağları yumuşatmak ve hassaslaştırmak, delikleri doldurmak ve eğrileri çıkarmak için araçlar dahil olmak üzere Pro sürümündeki tüm ağ işlemeyi içerir. IGES, JT Open ve STEP gibi tarafsız CAD formatları, ücretsiz GOM Inspect'e aktarılabilir.

Kafeslerinize çizgiler, düzlemler, daireler veya silindirler gibi serbest biçimli yüzeyler ve ilkel öğeler de uygulayabilirsiniz. Ücretsiz sürüm bile bir parçanın işlevsel yönüne odaklanan geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma (GD&T) analizi yapmanızı sağlar. Yazılım, ASME ve ISO standartlarına uygundur. Yerel ve küresel koordinat sistemlerinde düzlemsellik, paralellik ve silindiriklik, iki noktalı mesafeler, maksimum malzeme koşulları ve konum toleransı dahil olmak üzere kapsamlı GD&T analizine izin verir.

- **Platform:** Windows
- **Abonelik Maliyeti:** Ücretsiz

Oqton Geomagic Tasarım X



Geomagic Design X, verileri CAD model yazılımına tarar.

(Kaynak: Oqton)

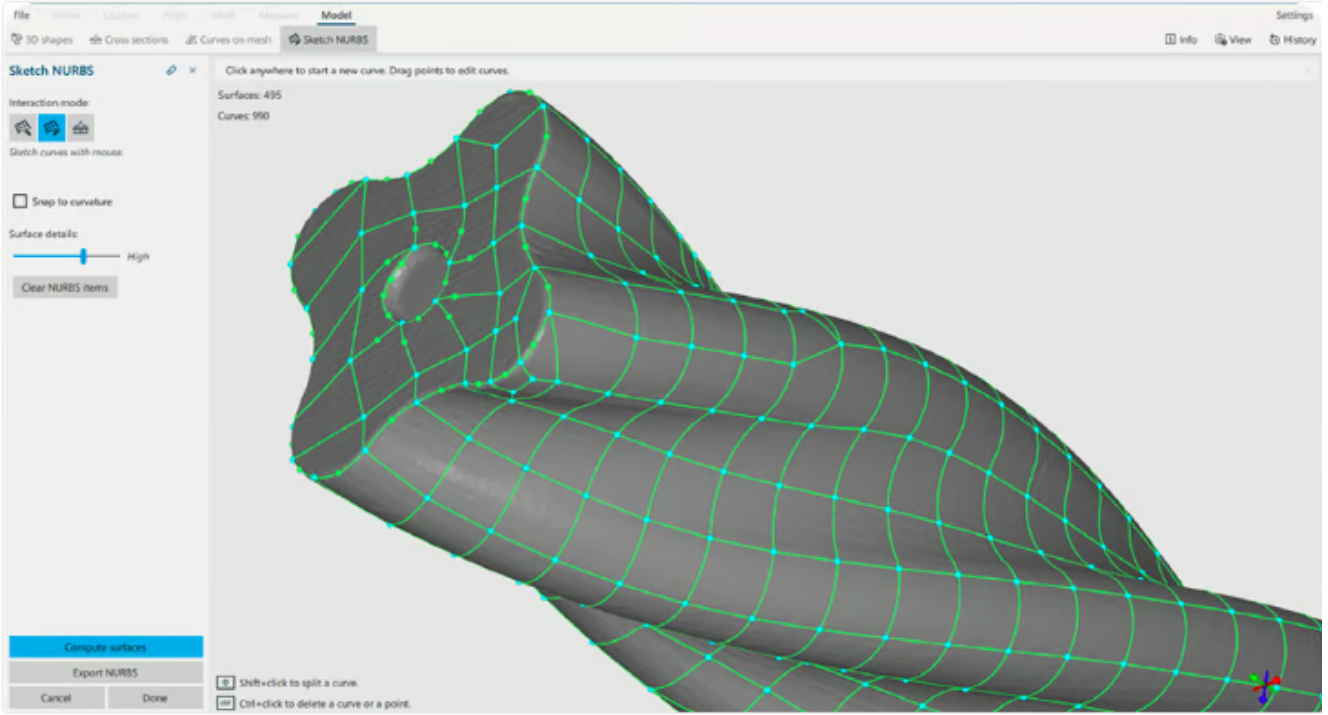
Bir tersine mühendislik platformu olarak pazarlanan Geomagic Design X, 3D tarama verilerinden CAD modelleri oluşturur. Tüm büyük 3B tarayıcıları destekler, tüm ham veri yakalamayı içe aktarır ve tüm dosya biçimleriyle çalışır. Aslında, CAD yazılım programlarına doğrudan 3B tarama verilerinden biridir. Veriler, 3B tarayıcınızla birlikte gelen yazılımları bile atlamanıza olanak tanır. Bu, işletmenizde çeşitli tarayıcılar varsa ve tek bir platform istiyorsanız kullanışlıdır.

Son işleme de tamamen aynı ortamda, yalnızca bu amaç için oluşturulmuş araçlarla yapılır. Solidworks platformunuzda çalışmayı tercih ederseniz, doğrudan Solidworks ortamınıza takılan özel Geomagic for Solidworks sürümünü kullanabilirsiniz. Geomagic Design X ayrıca Siemens NX, Solid Edge, Autodesk Inventor ve PTC Creo gibi diğer CAD yazılımlarına ve Artec Studio gibi 3D tarayıcı yazılımlarına doğrudan bağlanır.

LiveTransfer teknolojisini kullanan Design X, özellik ağaçları da dahil olmak üzere tüm modelleri aktarır. Böylece 3B taramalardan hızlı bir şekilde katı ve yüzey modelleri oluşturabilirsiniz. Geomagic'in daha az özelliğe sahip daha düşük maliyetli bir sürümü Solidworks eklentisi olarak mevcuttur.

- **Platform:** Windows 7+ (64-bit Sürümü)
- **Fiyat:** 20.000 \$

FARO RevEnga



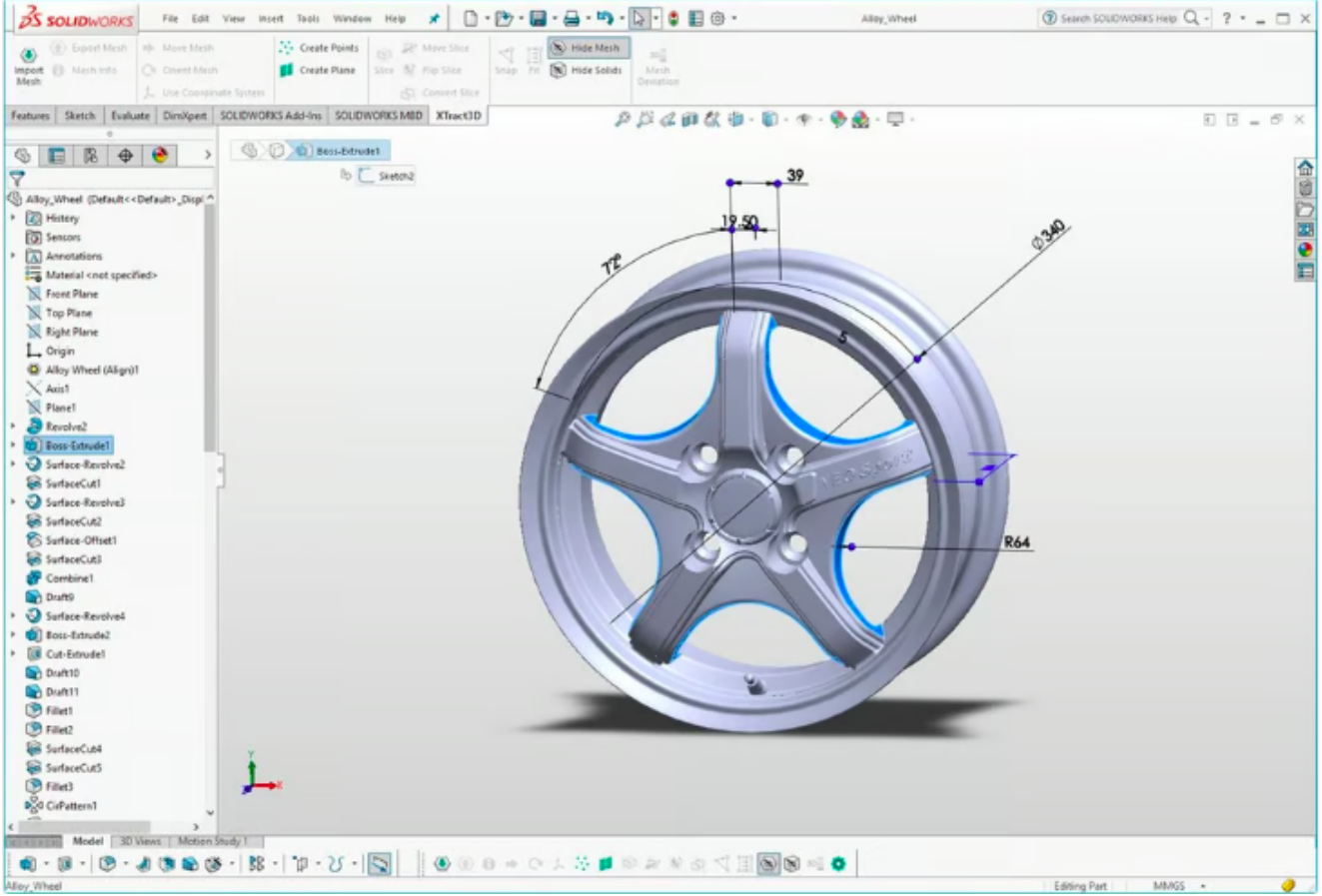
RevEng, Faro'nun sunduğu bir tarama veri işleme ve tersine mühendislik platformu yazılımıdır. (Kaynak: Faro)

3D tarayıcı üreticisi FARO, tersine mühendislik uygulamaları için tasarlanmış [RevEng Yazılım platformunu sunar](#). 3B nokta bulutlarından yüksek kaliteli ağlar ve CAD yüzeyleri oluşturmanıza ve düzenlemenize yardımcı olur. Ardından bu ağ modellerini daha fazla tasarım veya doğrudan 3B baskı için kullanın.

Düzenleme araçları arasında ağ sabitleme, gelişmiş onarım ve ayarlama araçları ve gelişmiş yumuşatma bulunur. Ayrıca su geçirmez kafesleri dışa aktarabilir ve otomatik NURBS (üniform olmayan rasyonel B-spline) dahil olmak üzere CAD'e hazır yüzeyler oluşturabilirsiniz. Yüksek çözünürlüklü renkli nokta bulutlarından basit ağ dosyalarına kadar değişen veriler, ayrıntılı ağlara dönüştürülerek tasarım, kompozisyon ve malzemeler ile dokular arasındaki görsel farklılaşma hakkında daha fazla bilgi sağlar. RevEng'in kullanıcı arayüzü, görsel olarak tüm araçları tek bir ekranda gösterir. Bu, belirli tasarım gereksinimlerini karşılamak için bir 3B nesnenin kolayca manipüle edilmesini ve özelleştirilmesini kolaylaştırarak, kullanıcılara rekabet avantajı sağlamak için iş akışı üretkenliğini artırır.

- **Platform:** Windows 10 64 bit
- **Fiyat:** bilinmiyor

Polyga XTract3D (Solidworks için)



XTract3D, 3D tarama verilerini işlemek için Solidworks CAD programı için bir eklentidir. (Kaynak: Polyga)

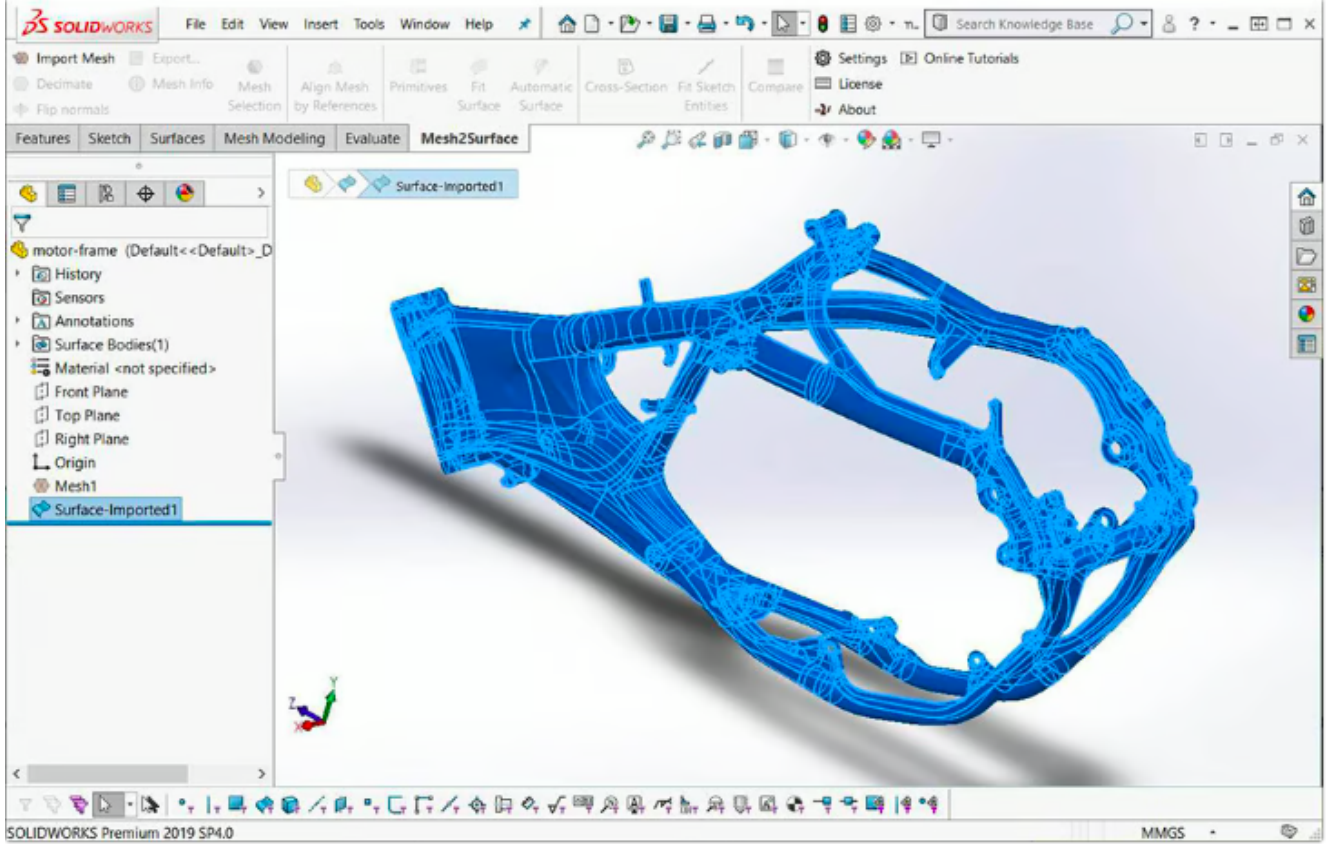
XTract3D ile ağ dosyasını ve hatta nokta bulutu verilerini taramanızdan doğrudan SolidWorks'e aktarabilirsiniz. Geniş araç yelpazesi, en karmaşık ve organik şekillerin bile uygun şekilde izlenmesine olanak tanır. XTract3D, 3B tarama verilerini tasarım için bir şablon olarak kullanarak özellikleri manuel olarak ayıklamak, eskiz yapmak ve CAD verileri oluşturmak için temel ancak güçlü bir araç seti sağlamaya odaklanır.

Bu tamamlandığında, model, profesyonel olarak en çok kullanılan CAD programlarından birinde üzerinde çalışılmaya hazırdır.

- **Platform:** Windows 10 (SolidWorks aboneliği gerektirir)

- **Maliyet:** Ömür boyu abonelik için 1.000 ABD doları

Mesh2Surface (Solidworks/ Rhinoceros için)



Mesh2Surface, Solidworks için bir 3B tarama veri işleme eklentisidir. (Kaynak: GoMeasure3D)

Mesh2Surface, CAD programı Solidworks veya Rhinoceros için bir eklentidir. Mevcut CAD yazılımınızın içinden meshed tarama verilerinden CAD verileri oluşturmak için gereken temel özellikleri ve işlevleri sağlar.

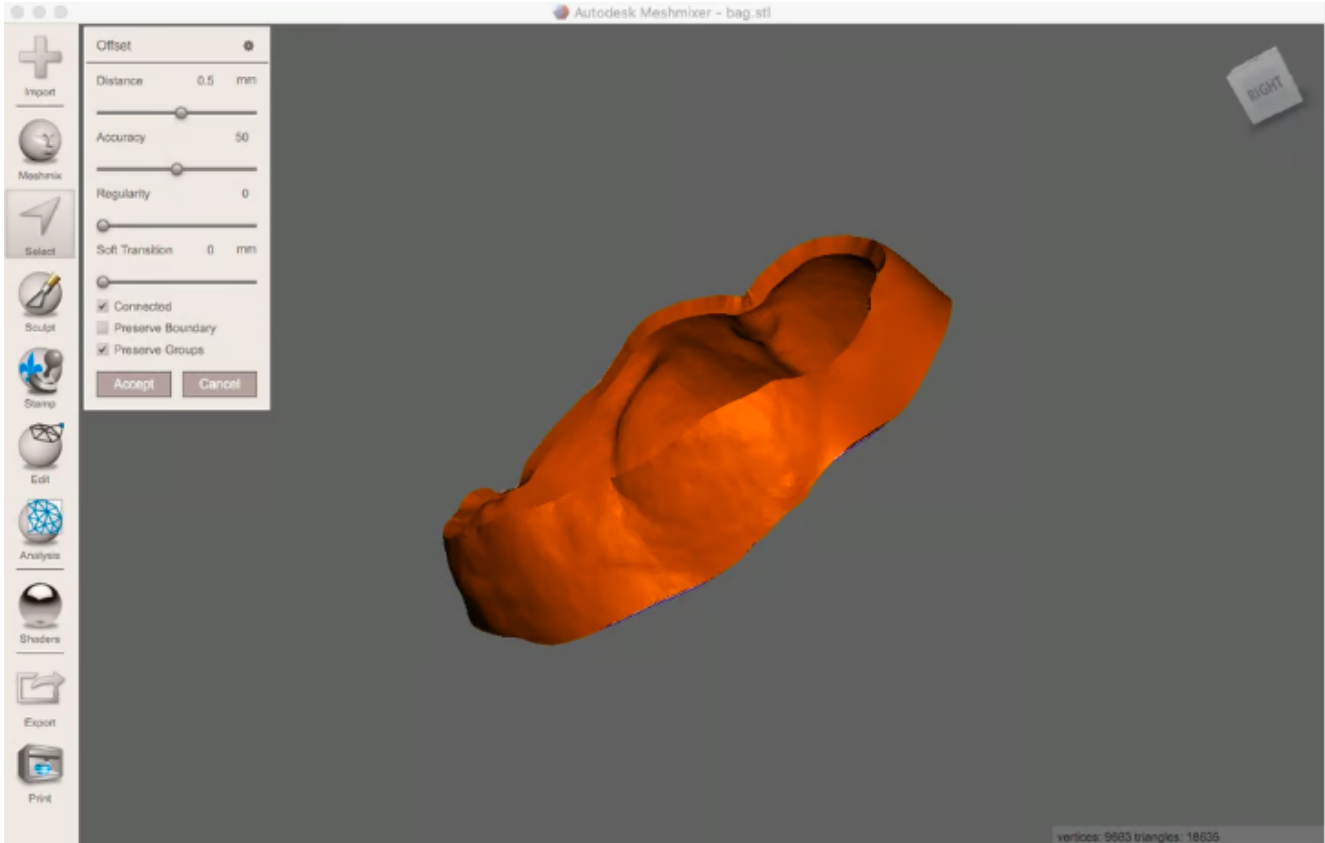
Başlamak için iyi kalitede STL ağları oluşturabilen ve bunları eklentiyle içe aktarabilen herhangi bir 3B tarayıcıyı kullanabilirsiniz. Mesh2Surface'in yapımcıları, daha sağlam çözümlerin özelliklerini bulamamanız için eklentiye basit ve düşük maliyetli tutmak istediklerini söylüyor.

Solidworks veya Rhino kullanmıyorsanız, Quicksurface adlı Mesh2Surface bağımsız çözümünü kullanabilirsiniz. Standart ihtiyaçların çoğu için 3D tarama verilerinden CAD oluşturmaya

yönelik uygun maliyetli bir araçtır (4.000 \$). Autodesk Inventor ile kullanmak için bir seçenek de var.

- Platform: Windows
- Maliyet: 3.000 \$ Mesh2Surface (Solidworks)
- Maliyet: 1.300 \$ Mesh2Surface (Rhino)

Autodesk Meshmixer (ücretsiz)



Autodesk'in Meshmixer'ı hala popüler ve ücretsiz bir ağ düzenleme aracıdır. (Kaynak: Autodesk)

Autodesk [Meshmixer](#), 3B tarama ağ verilerini düzenlemeye ve ölçmeye yönelik bir araçtır. 2021'in sonlarından bu yana, şirket bazı özelliklerini diğer CAD yazılımına taşıdığından Autodesk tarafından artık desteklenmiyor veya geliştirilmiyor. Yine de sadık bir takipçisi var ve tamamen ücretsiz. Bir modeli yalnızca manipüle etmenize değil, aynı zamanda sıfırdan tasarlamaya da olanak tanıyan harika bir araç yelpazesine sahiptir.

Meshmixer, kullanıcı dostudur ve çevrim içi olarak sunulan birçok öğretici ile gezinmesi oldukça kolaydır. Otomatik

analiz ve düzeltme özellikleri, 3D tarama için kullanışlıdır ve program, özel destekler gibi bazı 3D baskı modeli hazırlığı bile sağlar.

- **Platformlar:** Windows, MacOS
- **Maliyet:** Ücretsiz

Artık nihai modelinizi üretime hazır hale getirdiniz. 3D baskı, en hızlı ve genellikle en ucuz yoldur. Dijital modelinizi Craftcloud gibi 3B baskı hizmeti sağlayıcılarına yükleyebilir, malzemenizi seçebilir ve baskınızı birkaç gün içinde, bazen daha hızlı alabilirsiniz. Modelinizi kendiniz 3B yazdırmak istiyorsanız, aralarından seçim yapabileceğiniz birkaç farklı 3B baskı teknolojisi, sayısız malzeme ve binlerce yazıcı [vardır.](#)

En İyi Ücretsiz 10 CAM Yazılımı

CNC işleme harika bir hobidir, ancak uygun yazılım pahalı olabilir. Eksiksiz [CNC süreci](#) modelleme, modelinizi işlenmeye hazırlama ve son olarak işlemeden oluşur. Modelinizi işlenmeye hazırlamak olan ikinci adım, [bilgisayar destekli üretim \(CAM\)](#) yazılımı olarak bilinen yazılım kullanılarak tamamlanır. Bir zamanlar fiziksel bir çizimin izini sürerek bir tasarımı manuel olarak işlemek zorundayken, günümüzde CNC makinelerini dijital olarak iletilen talimatlara göre otomatik olarak işlemek için kullanabilirsiniz . Bu sürecin otomasyonu ise daha detaylı tasarımlara olanak sağlar.

CAM, tümü önceden tasarlanmış bir modele dayalı olarak makinenin izleyeceği malzeme, takım ve takım yolunun bilgisayar tabanlı ayarlanması işlemidir. En temel düzeyde,

bu, işlenecek ahşap veya diğer malzemelerin levhalarının boyutlarını, kullanılacak alet tipini ve makinenin izleyeceği çizgileri belirlemek anlamına gelir. Bu yazıda, piyasadaki en iyi ücretsiz CAM yazılımını inceleyeceğiz, genel bir bakış sunacağız ve her birinin özelliklerini listeleyeceğiz.

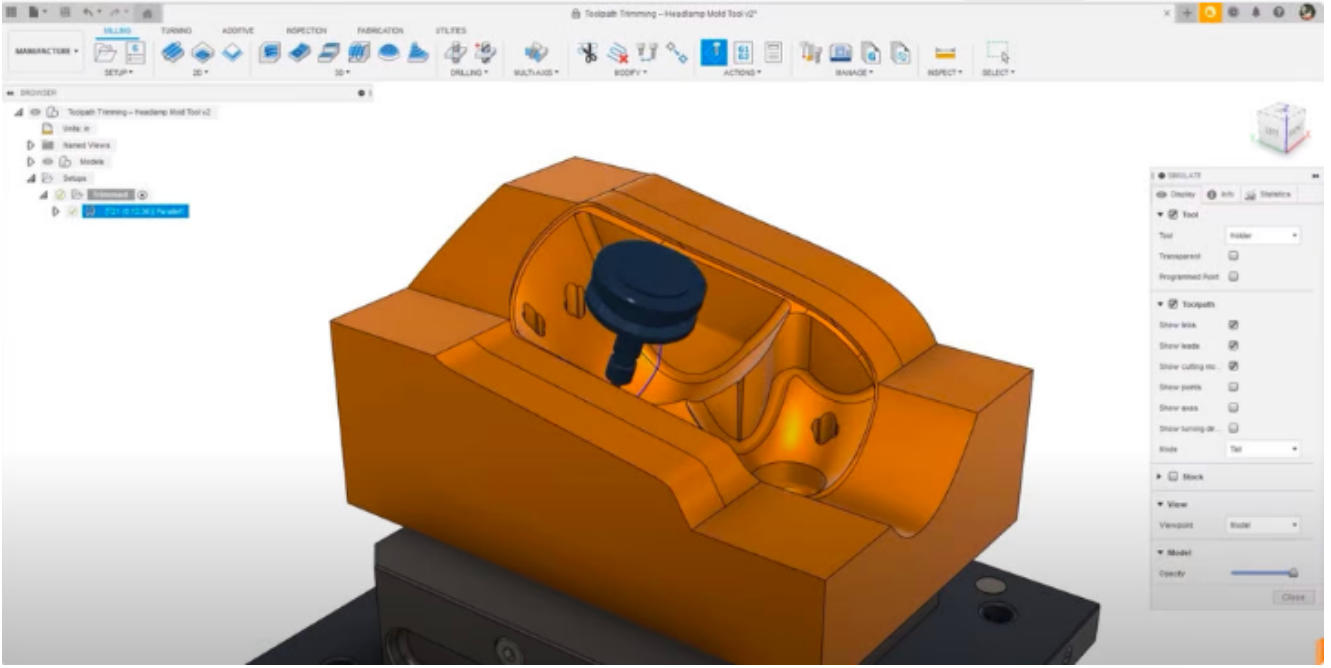
CAM yazılımını ne öne çıkarır?

Yeni başlıyorsanız, doğru yazılımı seçmek göz korkutucu bir karar olabilir. Birkaç faktöre dayalı olarak öne çıkan programların aşağıdaki listesini bir araya getirdik:

- **Desteklenen CNC türleri:** Esas olarak birden fazla işleme tekniğini (örneğin [frezeleme](#), [lazer](#) veya [plazma](#)) destekleyen veya tabloya bazı ek avantajlar getiren programları dahil ettik.
- **İşlevsellik:** Çok çeşitli özellikler sunan programlara odaklandık. Bu nedenle kaliteyi ve bitişini korurken tüm makineyle işleme sürecini tek bir programdan ayarlamayı mümkün kıldık.
- **Desteklenen formatlar:** CNC çalışması için kullanılan çok çeşitli dosya formatları vardır. CAD dosyanızı nasıl oluşturduğunuza bağlı olarak, belirli dosya türleriyle sınırlandırılmış olabilirsiniz. Burada sunulan programların çok çeşitli içe aktarılabilir formatları kapsamalarını sağladık.
- **Diğer yazılımlarla entegrasyon:** Bir dosyayı üretim için hazırlarken dosyaları dönüştürme ve programlar arasında geçiş yapma süreci zaman alıcı olabilir. Diğer araçlarla birlikte sorunsuz çalışan veya tek başına sürecin birden çok adımını gerçekleştirebilen yazılımlara öncelik verdik.

Artık ne aradığımızı bildiğimize göre listeye geçelim!

1. Fusion 360



Fusion 360, CNC frezeleme için en popüler programlardan biridir. (Kaynak: [YouTube üzerinden Autodesk Fusion 360](#))

[Fusion 360](#), modelleme ve CAM işleme yetenekleriyle CNC için yaygın olarak kullanılan popüler bir yazılımdır. Spesifik olarak, frezeleme ve lazer için eksiksiz bir dizi özellik ve işlevle birlikte CAM ayarlarına sahiptir. [3MF](#), [STL](#), [DXF](#) ve [diğer birçok yaygın 3B dosya türünü](#) destekler. Ayrıca Fusion 360, CAD yazılımıyla entegre olarak gelir, diğer Autodesk ürünleriyle birlikte kullanılabilir. Ayrıca Windows ve MacOS için sürümleri vardır. Bu ve daha fazla nedenden dolayı, bu listede yer alan tüm programlar arasında açık ara en yaygın kullanılanıdır.

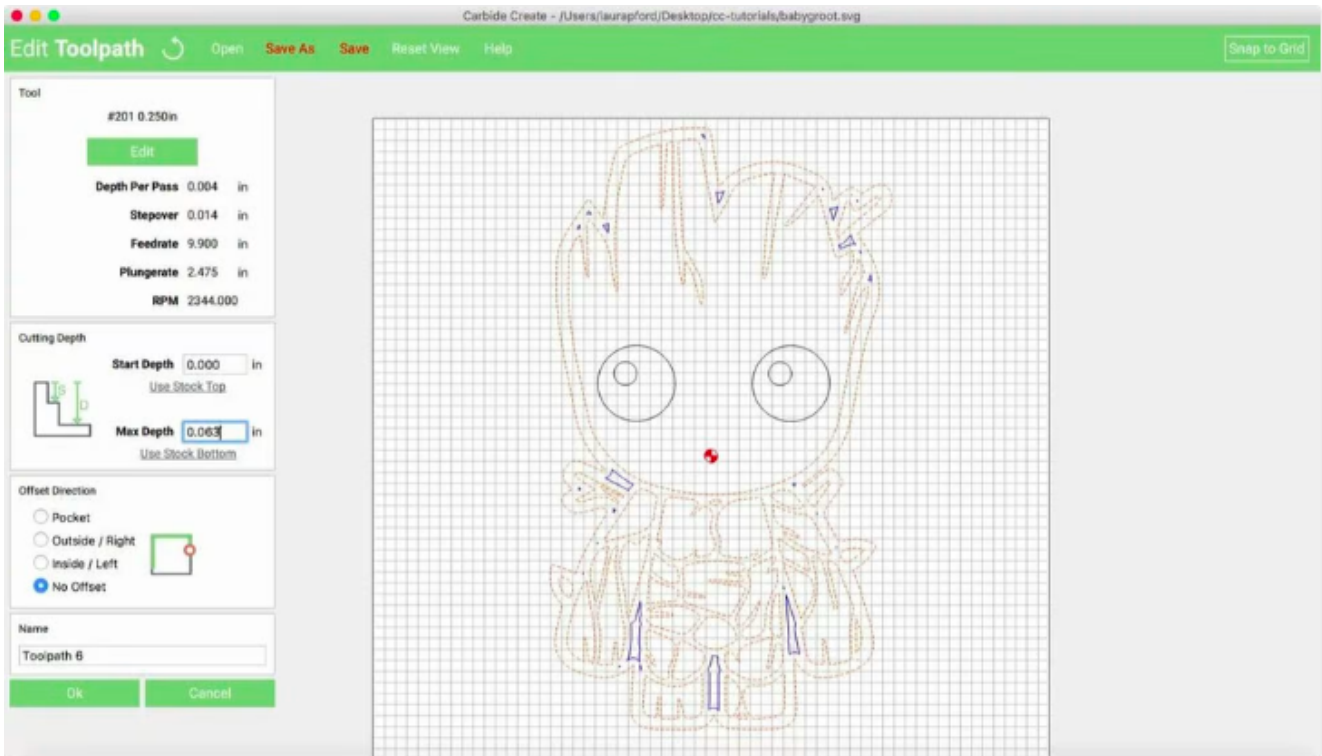
[Eğitim](#) (kayıt kanıtı ile birlikte), [kişisel kullanım](#) (ev tabanlı, ticari olmayan) ve [başlangıçlar](#) (belirli gereksinimleri karşılayan) için ücretsiz lisanslar vardır. Bu nedenle ticari alana girmeden ihtiyaçlarınıza uygun bir sürüm olabilir.

2020'de Fusion 360, kişisel kullanıcılar için [bazı özellikleri kısıtladı](#). Ancak başlangıç veya eğitim lisansı almaya uygunsanız, tüm özelliklere erişmeye devam edebileceksiniz. Değişikliklerden bazıları, aynı anda en fazla 10 belgeye erişim ve dışa aktarılabilir dosya türlerinin sınırlandırılmasını içeriyordu. Ayrıca, büyük CNC makineleri

ve 5 eksenli frezeleme için hızlar artık mevcut değil. Ancak, beşten daha az eksenle çalışıyorsanız ve programdan ticari olarak fayda sağlamaya çalışmıyorsanız, yine de ücretsiz olarak sunulan güçlü bir CAM aracıdır.

- **Yaratıcı:** [Autodesk](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows, MacOS
- **Özellikler:**
 - Entegre CAD ve CAM özellikleri
 - Üçüncü taraf eklentileri
 - Son işlemeden önce G kodunun simülasyonu
 - Rötüş
 - Birçok araç seçeneği
 - Kesme telafisi için ofset
 - İş mili hızı özelleştirmesi

2. Carbide Create



Carbide kullanarak Baby Groot'u gerçek hayata getirebilirsiniz. (Kaynak: [Carbide Eğitim Serisi](#))

[Carbide Create](#) tamamen ücretsiz bir [2D modelleme](#) ve CAM yazılımıdır. 2B çizimler tasarlamak ve programları değiştirmeden doğrudan CNC takım yolunu oluşturmak için

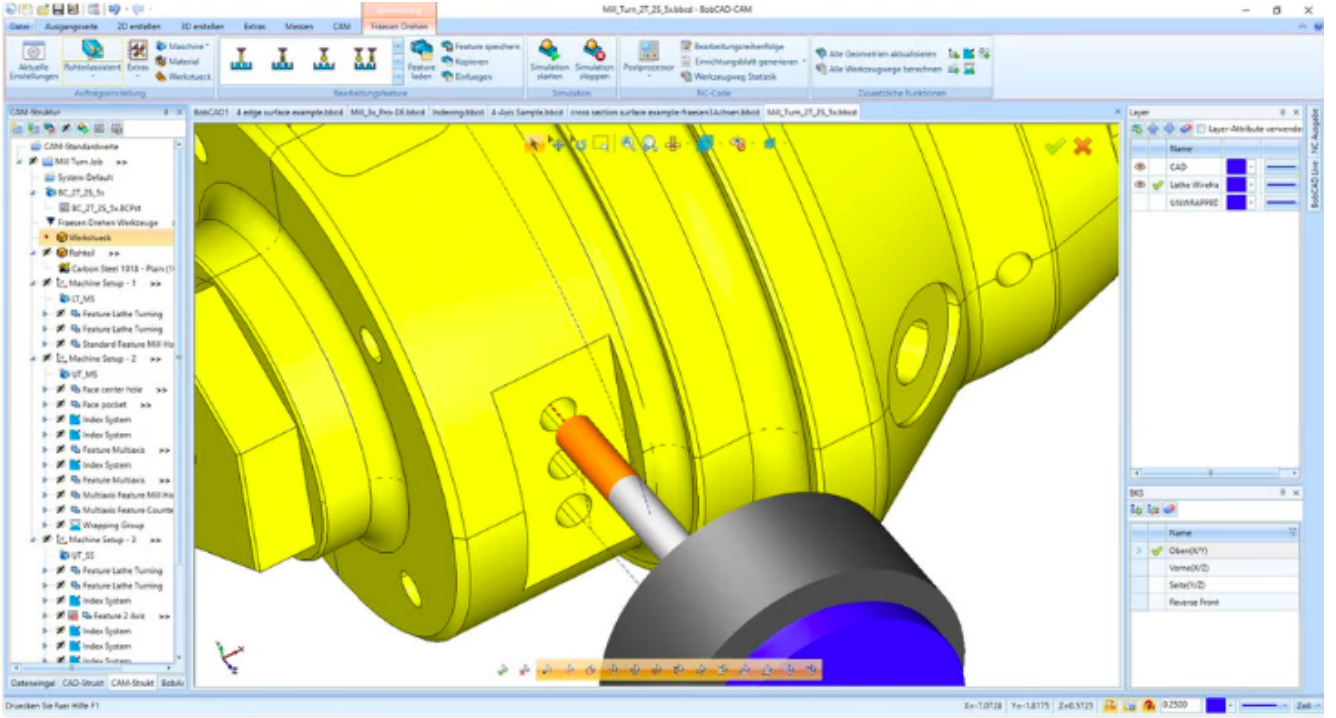
kullanabilirsiniz. Nihai sonucu ön izlemek için 3B görünümde de simüle edebilirsiniz. 3D CAD yapabileceğiniz bir [pro sürümü](#) de vardır. Ancak 2D eskiz genellikle CNC işleme için fazlasıyla yeterlidir.

Windows ve MacOS üzerinde çalışır ve bir işletim sisteminde oluşturulan dosyalar diğerine alındığında uyumludur. Ancak, depolamayı istikrarlı ve yazılımı ücretsiz tutmaya yardımcı olan bulut depolamayı kullanmaz. Bu, dosyaları her zaman manuel olarak içe aktarmanız gerektiği anlamına gelir.

Kullanıcılar, bir çizim alanı ve çizim işlevleri menüsünün yanı sıra otomatik hizalama işlevleri ve V-oyma gibi karmaşık CAM özelliklerinden oluşan sezgisel bir arayüze sahip olduğu için tavsiye eder.

- **Yaratıcı:** [Carbide 3D](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows, MacOS
- **Özellikler:**
 - Temel şekillerden, çizgilerden veya temel görüntülerden çizim yapma
 - Şekilleri birleştirmek, bölmek veya çıkarmak için Boole işlevleri
 - Otomatik hizalama
 - DXF ve SVG'yi içe aktarın
 - V-oyma, şekillendirme ve gravür için CAM özellikleri
 - Araç kitaplığında birçok araç seçeneği mevcuttur ve özel araçlar mümkündür
 - CAM sürecinin 3D simülasyonu

3. FreeCAD



FreeCAD'de bir 3B model oluşturabilir ve işleme sürecini doğrudan planlayabilirsiniz. (Kaynak: [PresseBox](#))

[FreeCAD](#), Fusion 360 ile birlikte şiddetle tavsiye edilen bir CAM yazılımıdır. Adından da anlaşılacağı gibi öncelikle CAM yazılımından çok [CAD'dir](#). Ancak, yetenekli CAM yeteneklerinden daha fazlasına da sahiptir.

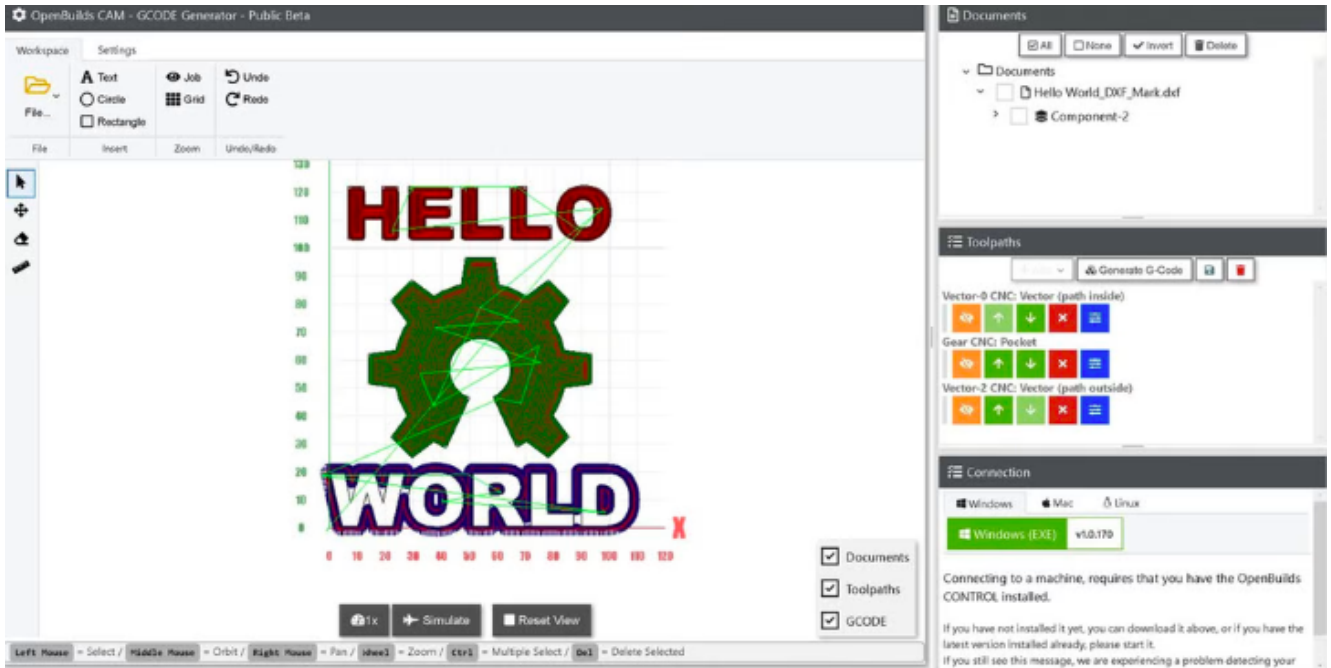
Parametrik modellemeye dayalı açık kaynaklı bir 3B modelleyicidir. Yani makineler gibi teknik tasarımlar oluşturmak için kullanabilirsiniz. Yöntemi, işlemler kullanılarak 3B şekillere dönüştürülebilen 2B çizimler tasarlamaktan oluşur. Kullanıcılar daha sonra eklemeler veya ayarlamalar yapmak için gerektiği kadar eskiz moduna geri dönebilir.

FreeCAD, Windows, Linux ve MacOS üzerinde çalışır. SVG, STEP , STL, DXF ve daha yaygın CAD dosyalarını içe ve dışa aktarabilir. CAD işlevlerine ek olarak, FreeCAD harika CAM işlevlerine, simülasyonlara (hem mekanik hem de sıvı) ve bir hareket stüdyosuna sahiptir. Bu işlevlerden herhangi birine ve özellikle CAM işlevine erişmek için FreeCAD, Workbench adı verilen çalışma düzenlerine sahiptir. CAM'a geçmek için frezeler, torna tezgahları, lazer kesiciler ve diğer benzer CNC makineleri gibi araçlarla yapılan işlemler için G kodu

oluşturabileceğiniz Path Workbench'i seçersiniz.

- **Yaratıcı:** [FreeCAD](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows, Linux, MacOS
- **Özellikler:**
 - Geniş 2.5D CAM işlemleri yelpazesi
 - Şekillendirme, delme ve gravür gibi işlemler
 - Bir kitaplıkta bulunan veya özelleştirilebilir birçok araç türüyle çalışır
 - Süreç simülasyonu
 - Profil oluşturma, sarmal, yuvalar ve V-oyma gibi gelişmiş işlemler
 - 3B işlemler arasında cepler ve su hatları bulunur
 - Yorumlar, duraklar veya özel G kodu satırları eklemek için G kodu işlemleri

4. OpenBuilds CAM



Basit tasarıma rağmen eksiksiz CAM işleme elde edebilirsiniz. (Kaynak: [OpenBuilds Part Store](#))

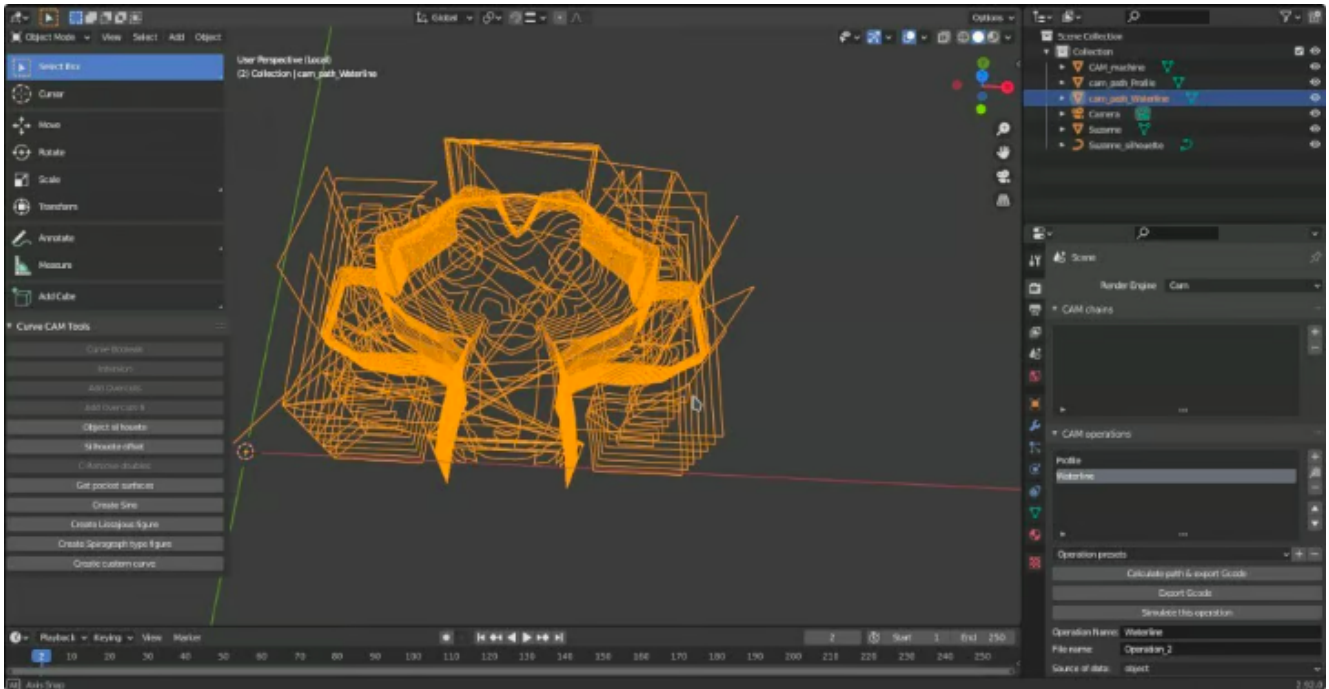
[OpenBuilds CAM](#) CNC yönlendirme, lazer kesim, plazma kesim ve hatta sürükleme bıçaklarını ayarlamak için kullanılabilen ücretsiz bir web tabanlı programdır. Önceden var olan modellere erişmek için yerleşik bir parça kitaplığına sahiptir. DXF, SVG, PNG, BMP, JPG, Gerber ve Excellon

dosyalarını (özellikle STL değil) destekler.

Ayrıca, doğrudan programda modeller oluşturmak için basit bir 2B çizim arayüzüne sahiptir. Ancak bunun için araçlar çok sınırlı olduğundan çizimleri içe aktarmak daha iyi olabilir. Aynı yaratıcılar tarafından CNC donanımınız için kontrol yazılımı olan [OpenBuilds Control](#) ile entegre edilebilir.

- **Yaratıcı:** [OpenBuilds](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows, Linux, MacOS
- **Özellikler:**
 - 2 boyutlu çizim
 - Normal zamanda veya hızlandırılmış simülasyon
 - Fare ve klavye işlevlerine sahip ekran çubuğu
 - Makine ile iletişim kurmak için doğrudan OpenBuilds Control'e aktarın

5. Blender CAM



Blender arayüzü. (Kaynak: [vilemduha](#), [GitHub](#))

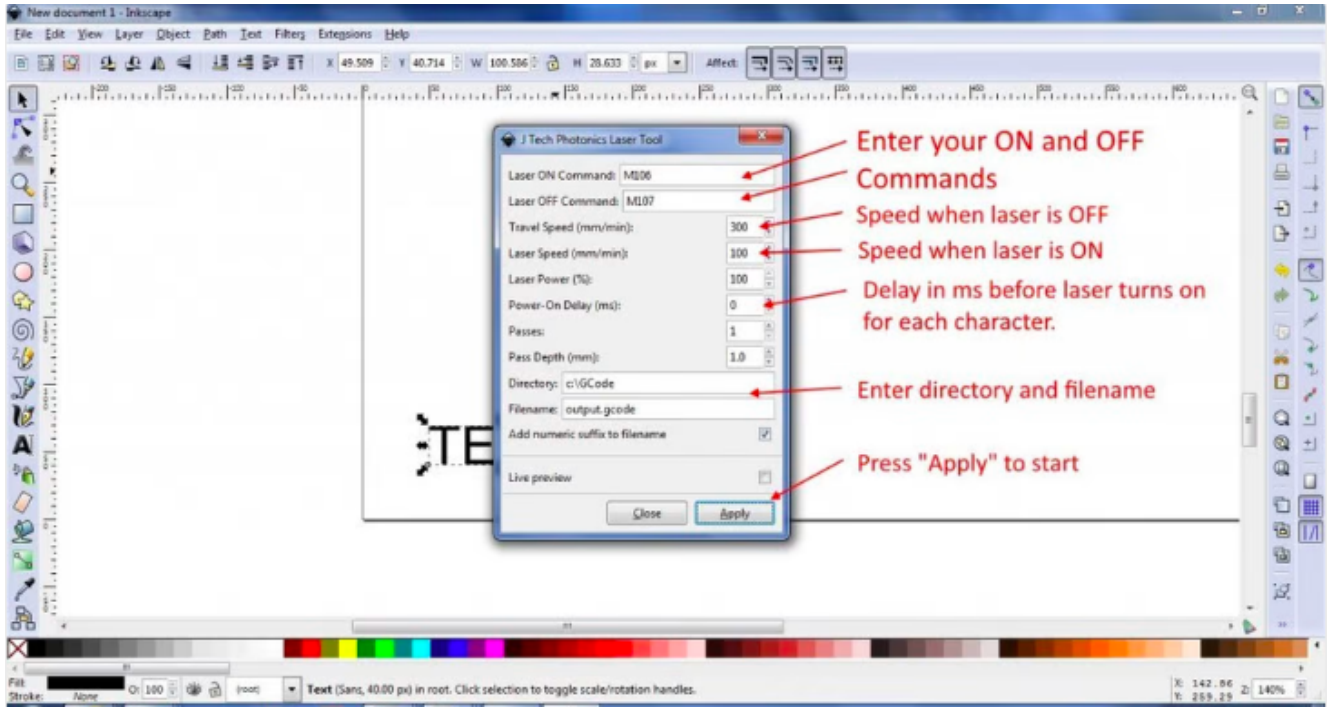
Blender, sanatsal modelleme, heykel, [mimari](#), [animasyon](#) ve daha fazlasını içeren yerel kullanımlarıyla en popüler 3B modelleme yazılımları arasındadır. Tamamen ücretsiz ve açık

kaynaklıdır, [eklentileri](#) sayesinde zaten geniş olan repertuarından daha fazlasını yapabilir. Eklentiler resmi veya 3. taraflarca geliştirilmiş ve açık kaynaklıdır.

Blender, Windows, MacOS ve Linux için mevcutken, [BlenderCAM](#) yalnızca Windows ve Linux için mevcuttur. BlenderCAM ile özel takım yolları oluşturmanın yanı sıra sinüs dalgaları ve Lissajous eğrileri gibi önceden ayarlanmış olanları uygulayabilirsiniz. Ayrıca cepler oluşturabilir, yolları takip edebilir, ofsetlerle çalışabilir ve daha fazlasını yapabilirsiniz.

- **Oluşturan:** [vilemduha](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows, Linux
- **Özellikler:**
 - Mevcut modelden takım yolu ayırma
 - Modelin dış sınırlarından otomatik olarak hesaplanan stok malzemesi
 - Ölçüm aletleri
 - İlginç şekiller için Eğri Boole değerleri
 - Sert kenarları kesilebilir eğrilere dönüştüren geçiş ve fazla kesimler
 - Modellerden siluet ofsetleri
 - Cepler
 - Matematiksel şekiller

6. Inkscape Lazer Eklentisi



Bu eklenti ile çizimlerinizi hızlı bir şekilde G koduna dönüştürebilirsiniz. (Kaynak: [J Tech Photonics](#))

[Inkscape](#), 2D CNC çizimleri oluşturmak için oldukça yetenekli bir vektör çizim yazılımıdır. Daha da verimli hale getirmek için artık [G kodunuzu](#) doğrudan Inkscape'te oluşturabileceğiniz bir [lazer eklentisi](#) vardır.

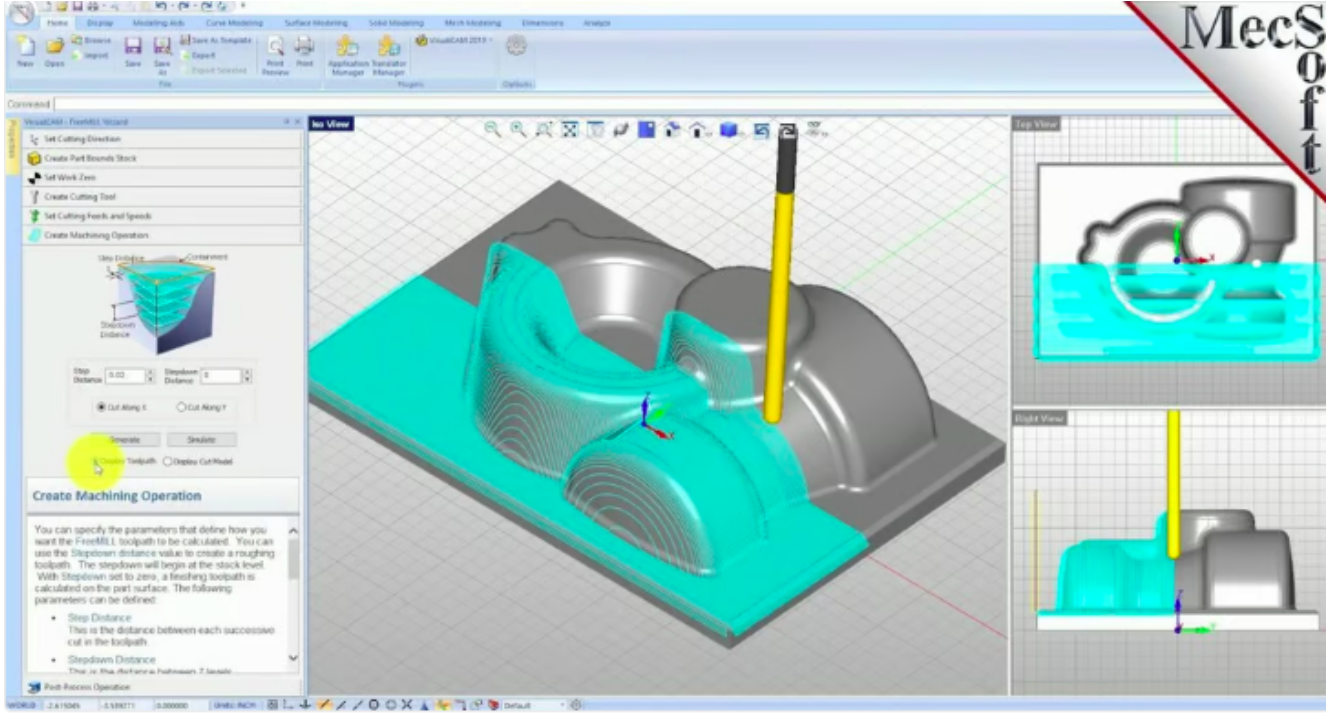
Bu aracın özellikle Inkscape için ve yalnızca lazer için olduğunu unutmayın. Ancak, tüm tasarım ve dosya hazırlama sürecini tek bir ücretsiz programda tamamlamanızı sağlayan çok kullanışlı bir eklentidir. Inkscape ayrıca Windows, MacOS ve Linux üzerinde çalışır. Bu nedenle tüm yapımcılar için iyi bir seçenektir.

İşlevsellik açısından yeterince iyidir fakat süreç boyunca yoğunlukları değiştirmek isterseniz, bunu G kodunda manuel olarak yapmanız gerekir. Inkscape'in desteklediği, yani SVG, SVGZ, PDF, EPS, AI, CDR (CorelDraw) ve VSD (Visio) gibi tüm dosya türlerini destekler.

- **Yaratıcı:** [J Tech Photonics](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows, Linux, MacOS
- **Özellikler:**
 - Çizim için tam Inkscape işlevselliği

- Lazer yoğunluğunu ve hızını ayarlayın
- Hat başına geçiş sayısını ayarlayın ve seyahat hızlarını değiştirin
- Lazeri açıp kapatın

7. FreeMill



CAD yazılımına entegre edilmiş FreeMill, çok güçlü bir eklenti sağlayabilir. (Kaynak: [MecSoftCorporation](#), [YouTube](#))

[FreeMill](#), bağımsız olarak kullanılabilen veya [SolidWorks](#), [Rhinoceros](#) ve [Alibre Design](#)'a entegre edilebilen ücretsiz bir CAM yazılımıdır. Çok estetik bir tasarıma sahiptir ve zaman, kaydetme, deneme veya simülasyonda sınır yoktur.

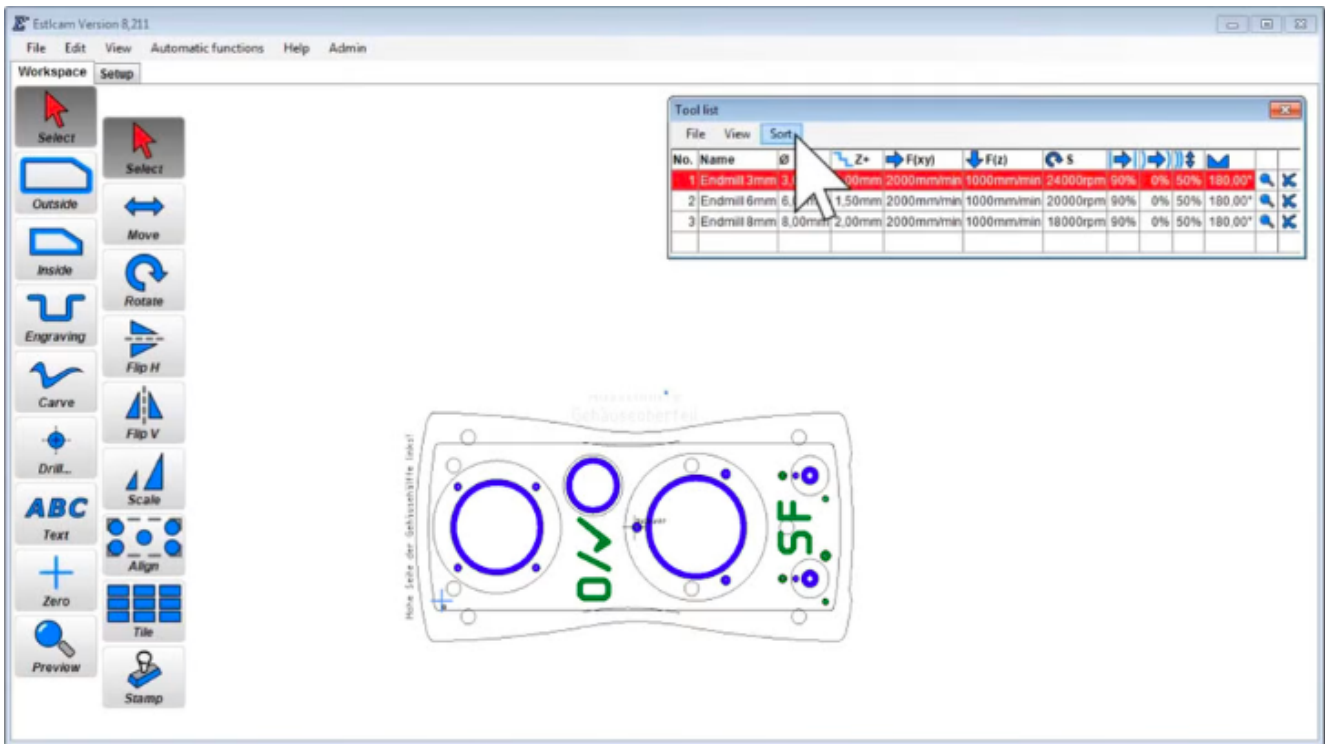
FreeMill, esasen yukarıda listelenen programlar için ücretli eklentilerde bulunan araç yelpazesinin bir alt kümesini sunar. Ancak çoğu hobi için yeterince özellik dolu olmalıdır. STEP, STL, OBJ, FBX, SMT, SKP, DXF ve SLDPRT (SolidWorks parçası) dahil olmak üzere çok çeşitli dosya formatlarını destekler.

FreeMill'in bağımsız sürümü yalnızca Windows sistemlerinde çalışacak ancak Mac kullanıcıları bunu Rhinoceros ile entegre olarak kullanmaya devam edebilir. Kullanıcıların yalnızca FreeMill üzerinde çalışırken gecikme ve birkaç sorun

bildirdiklerini belirtmekte fayda var. Bu nedenle projeye bağılı olarak tam sürüm buna değer olabilir.

- **Yaratıcı:** [MecSoft Corporation](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows (bağımsız veya tümleşik), MacOS (yalnızca Rhinoceros ile tümleşik)
- **Özellikler:**
 - Takım yolu oluşturma
 - Kaba işleme ve bitirme için özellikler
 - G kodu simülasyonu
 - G kodunu dışa aktarma
 - Rötüş

8. Estlcam



Bu retro görünümlü program, CNC frezeleme için gerekli tüm fonksiyonlara sahiptir. (Kaynak: [Estlcam](#))

[Estlcam](#), frezeleme için özel olarak tasarlanmış ücretsiz bir yazılımdır. Bu listede yer alan önceki programlardan biraz daha az estetik fakat sunduğu şeylerde çok eksiksiz.

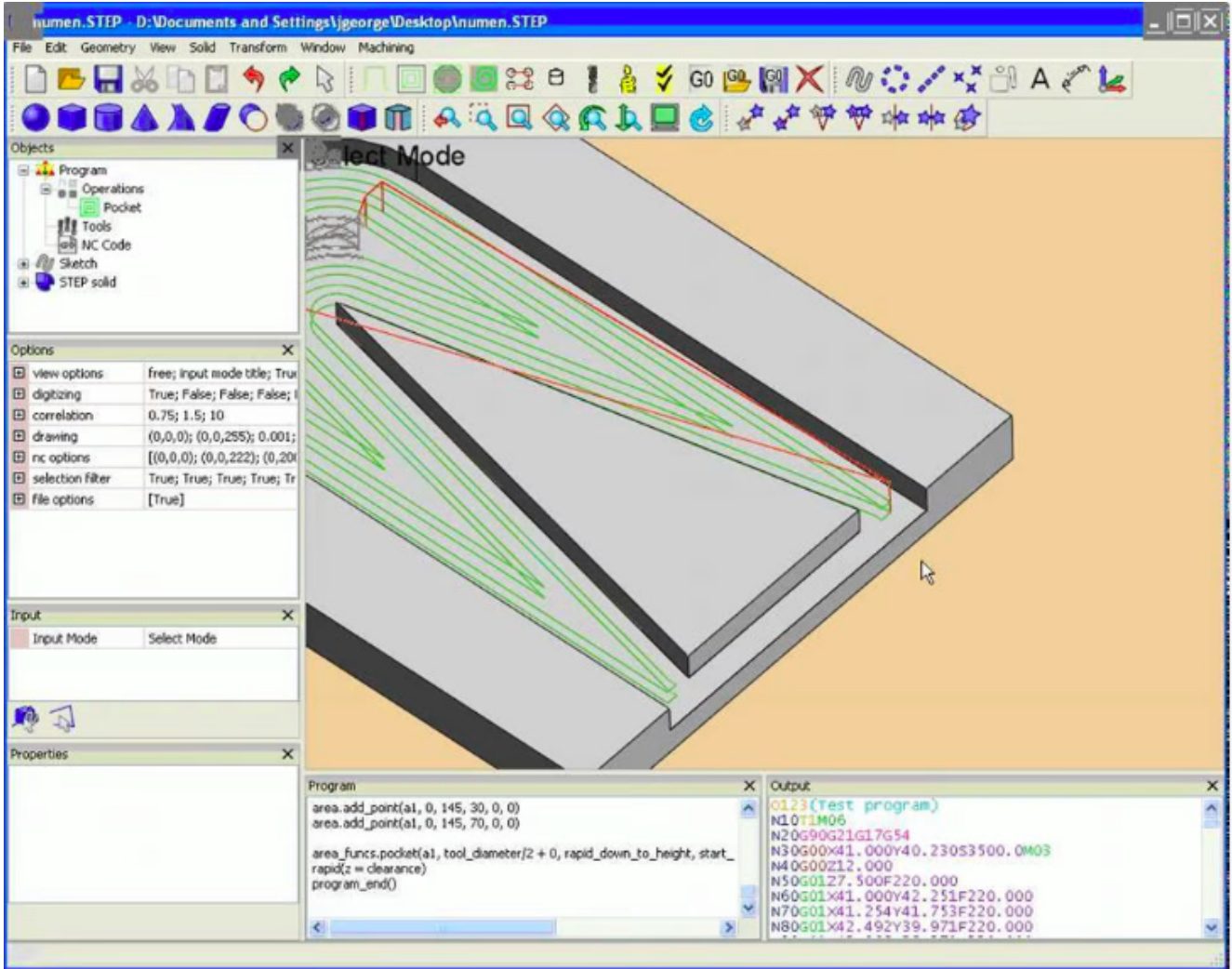
Takım yolu yönünü ve derinliğini, yapılacak kesme türünü (örn. oyma veya delik açma) özelleştirebilir ve kurulumu

tamamlayabilirsiniz. DXF, PLT, e25, JPG, PNG ve hatta GIF dosyalarını açabilir.

Bu program sadece kendi başına çalışır ve diğer yazılımlara entegre edilemez. Basit arayüzle birleştirilen resmi destek ipuçları ve video eğitimleri mevcut olup, bunu yeni başlayanlar için iyi bir seçenek haline getirir. Bazı kullanıcılar için tek sınırlama, Windows işletim sistemleri için tasarlanmış olmasıdır.

- **Oluşturan:** [Estlcam](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows
- **Özellikler:**
 - Otomatik veya manuel takım yolu arasında seçim yapın
 - Parça frezeleme ve delik delme
 - Gravür, oyma ve hizalama yapabilen
 - Tesviye başlatma, takım yolu derinliği ve pah kırma ayarları

9. HeeksCNC



Bu açık kaynaklı yazılım, kesme işleminizin simülasyonunu bile içerir. (Kaynak: [geo01005, YouTube](#))

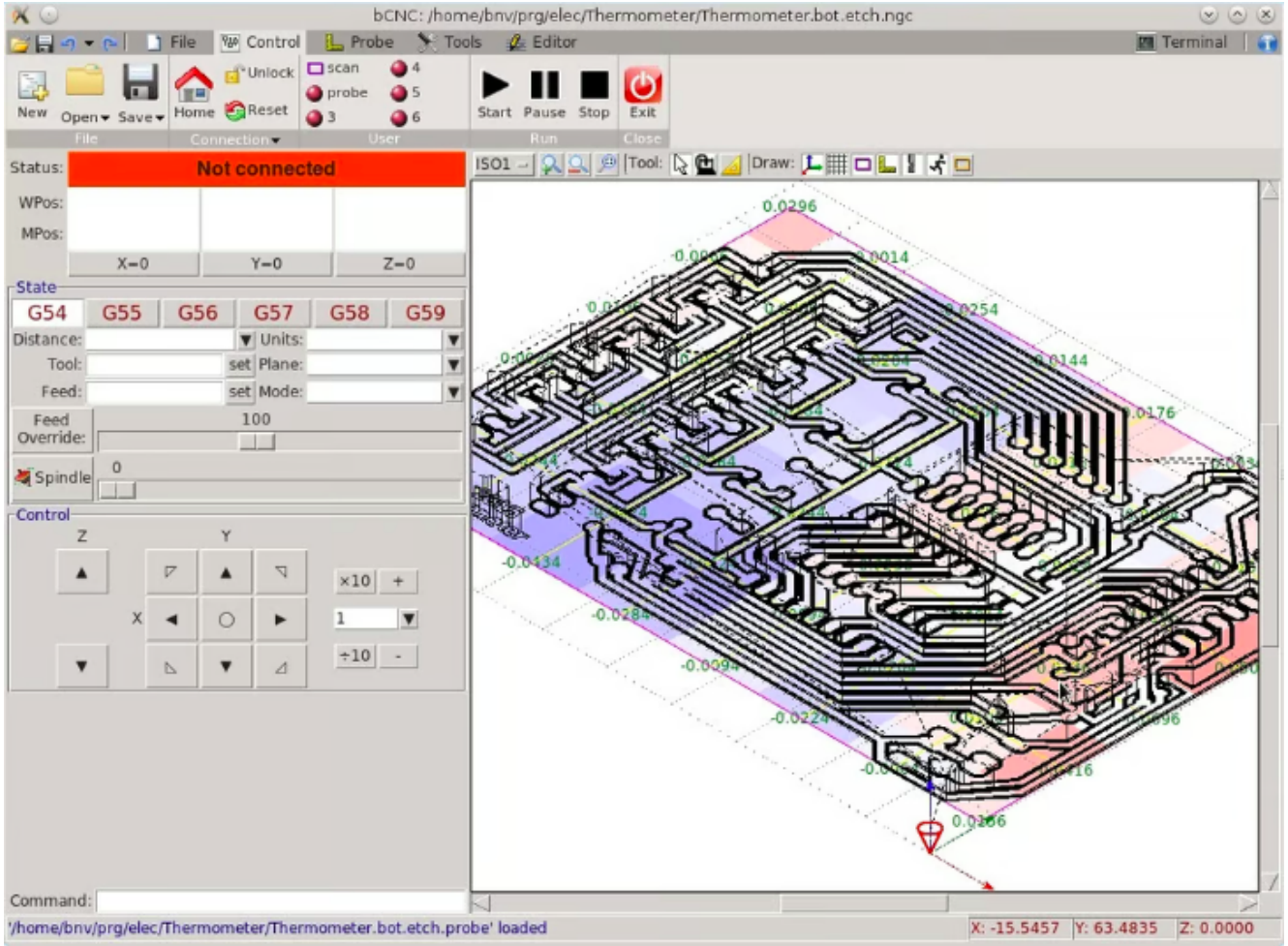
HeeksCNC, STEP ve IGES dosyalarından ve DXF çizimlerinden katı modelleri içe aktarabilen açık kaynaklı bir araçtır. Program içerisinde bazı basit 2B çizimler yapmak ve bunları STEP, IGES veya STL olarak dışa aktarmak da mümkündür. Delme, profil ve cep işlemleri ve G kodu oluşturabilirsiniz. Bununla birlikte işleme sürecini simüle edebilirsiniz.

[Kurulum paketi](#) için £10 (~\$14) ödeyebilir veya [GitHub'dan](#) kendiniz kurabilirsiniz. Çalışması için ayrıca ücretsiz ve açık kaynak olan [HeeksCAD](#)'i kurmanız gerekir. HeeksCNC şu anda yalnızca Windows'ta çalışıyor.

- **Oluşturan:** [Heeks](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows
- **Özellikler:**
 - Profil, cep ve delme işlemleri

- kesim için desenler
- Stok hazırlama
- Aralarından seçim yapabileceğiniz birden fazla makine
- Rötüş
- Simülasyon

10. bCNC



bCNC arayüzü. (Kaynak: [GitHub aracılığıyla vlachoudis](#))

[bCNC](#) öncelikle bir G-kodu göndericisidir fakat aynı zamanda harici CAM yazılımı kullanmadan basit CAM özelliklerini de kullanabilir. DXF gibi 2B çizim dosyalarını içe aktarabilir ve bunları büyütme, döndürme veya deforme etmek için düzenleyebilir ve yeni G kodu oluşturabilirsiniz.

Ayrıca G kodunu manuel olarak düzenleyebilir ve makinenize gönderebilirsiniz. [GRBL](#) denetleyici panoları için tasarlanmıştır. Yani örneğin G komutları gibi sabit yazılım

kodları, başlangıç ve bitiş kodu gibi GRBL için uygun olacaktır. Bununla birlikte, doğrudan bCNC'de şekiller çizemezsiniz ancak bunları yalnızca G kodunu oluşturmak ve makineye göndermek için içe aktarabilirsiniz. Bununla birlikte çoğunlukla manuel olarak belirtilmesi gereken araç özelleştirme için çok yönlü değildir.

- **Oluşturan:** [vlachoudis](#)
- **İşletim Sistemi:** Windows, Linux, macOS, Python kullanılarak çalışır
- **Özellikler:**
 - 2B modelden takım yolu oluşturma
 - 2.5D işlemler (3D yok)
 - CNC makinesine doğrudan bağlantı ve kontrol
 - G kodu görselleştirme ve düzenleyici

Kaynak: [all3dp](#)

Gerİ Dönüştürülmüş Filament ile 3D Baskı

3B yazıcıların birincil malzemesi olan plastik; üretimi, kullanımı ve imhası ile modern dünyada büyük bir çekişme kaynağı haline geldi. Bu son derece kullanışlı, tipik olarak petrokimyasal olarak türetilen malzemeler eritilebilir, şekillendirilebilir ve hemen hemen her alanda kullanılabilir. Bu şartlar plastiği 3D baskı için en uygun malzeme haline getiriyor. Bunun yanı sıra kullanım ömrü ve çevre üzerindeki etkileri üzerinde olumsuz etkiler bırakıyor.

Çevre bilincine sahip üreticiler, geri dönüştürülmüş plastik ile 3D baskı yaparak bu sorunu çözüyor. Basitçe söylemek gerekirse, geri dönüştürülmüş filament, ister su şişelerinden

idealdir. Diğer seçenekler 3D yazıcılarına sürekli olarak malzeme tedarik etmesi gereken küçük veya büyük 3D baskı tesisleri için en iyisidir.

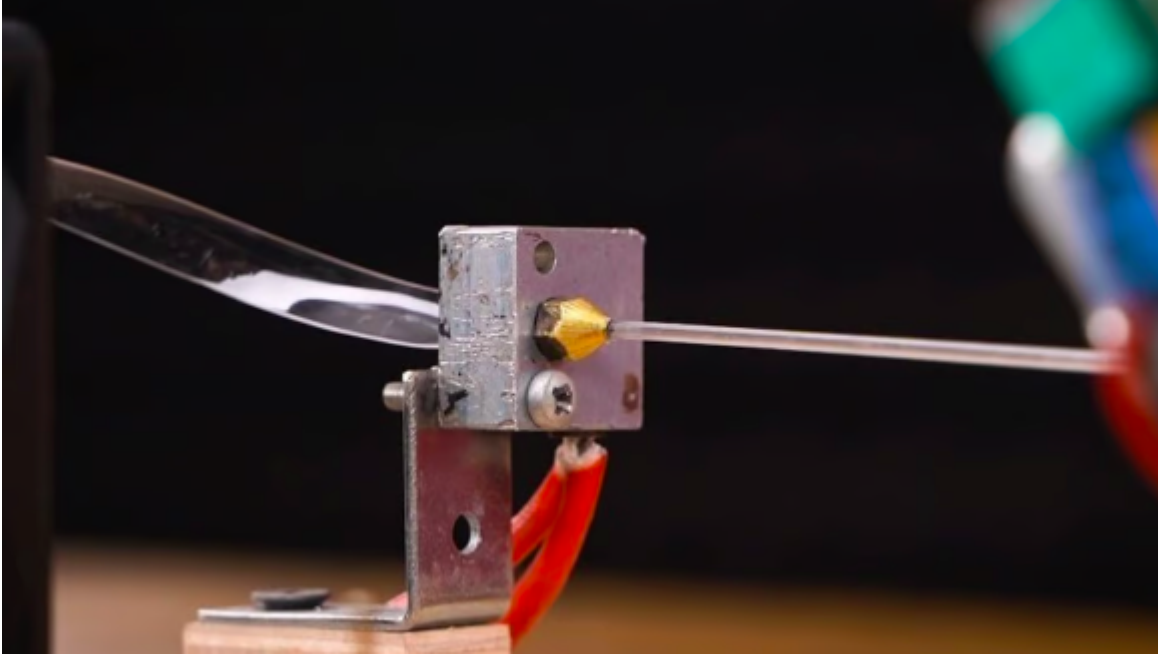
Nereden Satın Alabiliriz?

Satın alma, geri dönüştürülmüş filament elde etmenin en basit yöntemidir. Çevrim içi satıcılar, tipik olarak aynı malzemedan bakir (geri dönüştürülmemiş) filament fiyatının hemen üzerinde hazır makaralar sunmak için geri dönüştürülmüş filament üretimine eşlik eden karmaşık kimya ve testlerle ilgilenir.

Bu geri dönüştürülmüş filamentleri sunan bir dizi şirket bulunuyor. İşte bazı tanınmış satıcılar:

- **Reflow:** %95'in üzerinde geri dönüştürülmüş içeriğe sahip geri dönüştürülmüş PLA veya PETG filamenti bulunduruyor. Tipik 3D yazıcı filamanı üreticilerine çok benzeyen "tel ekstrüzyonu" adı verilen bir işlem kullanıyorlar. Bununla birlikte onu işlenmemiş malzeme yerine öncelikle geri dönüştürülmüş plastik topaklarla besliyorlar.
- **Filamentive:** Kapsamlı bir geri dönüştürülmüş malzeme listesiyle Filamentive, geri dönüştürülmüş filamentle 3D baskıyı mümkün olduğunca erişilebilir hale getirmeyi hedefliyor. Hatta geri dönüştürülmüş karbon fiberi geri dönüştürülmüş PETG ile birleştiren karbon fiber PETG bile sunuyorlar.
- **ReFuel:** Geri dönüşüm filamentleriyle gelebilecek tüm varyasyonları benimsemeye hazırsanız, [ReFuel](#) çok iyi bir seçimdir. Oldukça basit bir filament üreticisi olarak, normal filament üretimi sırasında toplanan tüm hurdaları eritip yeniden ekstrüde ediyorlar. Spesifikasyon sözü vermiyorlar, renk varyasyonlarını garanti ediyorlar. Üretildikten sonra olduğu gibi geri dönüştürülmüş filament oluşturup gönderebiliyorlar.

DIY Geri Dönüştürülmüş Filament



Filament ekstrüzyonu. (Kaynak: [Hackaday](#))

Geri dönüştürülmüş filament elde etmenin başka bir seçeneği de onu yapmaktır! Ancak bu, makul miktarda kurulum, seçim ve süreç tasarımı gerektirecektir. Temel bileşenler arasında bir filament ekstrüder sistemi, bir plastik öğütme sistemi, plastik topaklar ve muhtemelen plastik renklendirici bulunur. Kurmak ve üretmeye başlamak oldukça zaman alıcı bir süreç olabilir. Ancak geri dönüştürülmüş 3B baskı malzemesinin maliyetini önemli miktarda azaltabilir.

Bir kullanıcının bir makineyi almasına, kurmasına ve postaya ulaşır ulaşmaz pratik olarak ekstrüzyona başlamasına olanak tanıyan birçok COTS (ticari kullanıma hazır) filament ekstrüder tedarikçisi bulunuyor. Yaklaşık 500 \$'dan başlayan bir dizi farklı fiyat ve 2.000 \$'ın çok üzerinde yüksek kaliteli makinelerle, COTS filament ekstrüderleri tutarlı, güvenilir filament üretilabiliyor.

Satın Alınabilir Geri Dönüştürülmüş Filamentler

Piyasada bulunan geri dönüştürülmüş filament, normal filament

kadar yazdırılabilir olacak şekilde tasarlanmıştır. Bunlar renge ve tedarikçisine bağlı olarak oldukça çarpıcı sonuçlar verebilir. Kendi ekstrüzyon sisteminizi kurma ve bir filament formüle etme zahmetinden kendinizi kurtaracak olsanız da maliyet tasarrufu açısından pek bir fark göremeyebilirsiniz.

Genel olarak konuşursak, geri dönüştürülmemiş muadilleriyle karşılaştırılabilir performans gösterme eğilimindedirler. Örneğin, Fiberlogy'den rABS, normal [ABS](#) ile yazdıracağınız her şeyi yazdırmak için uygundur. ReFlow'un , rPETG ve rPLA'ları ile elde edilebilecek muhteşem 3D baskıları göstermeye adanmış bir Instagram [hesabı](#) bile bulunuyor.

DIY Geri Dönüştürülmüş Filamentler

DIY filamentler büyük ölçüde, bu makinelerde üretilen filamentin yüksek kalitede olmasını sağlamak için ne kadar çaba harcandığına bağlıdır. Tutarsız filament çapının yanı sıra çok bozulmuş geri dönüştürülmüş plastik de dahil olmak üzere baskı üzerinde önemli bir etkisi olacaktır. Maksimize edilmiş bir geri dönüşüm içeriği ile kullanım amacına uygun özellikleri bulmak için geri dönüştürülmüş malzemenin işlenmemiş malzemeye oranıyla oynamayı düşünebilirsiniz.

Ne yazık ki, geri dönüştürülmüş 3D yazıcı filamentini, plastik kullanımı ve plastik atık için tam bir çözüm değildir. Plastikler, "termal bozunma" denen şeye karşı hassastır, bu da onları ısıtmanın özelliklerini bozabileceği anlamına gelir.

Termoplastikler, eritilip yeniden katılaştırılabildikleri için [erimiş biriktirme modelleme \(FDM\) baskısı](#) için uygun plastik türü, polimer adı verilen uzun zincirli moleküllerden oluşur. Bu uzun zincirli yapı, polimerlere güçlü ancak esnek özelliklerin benzersiz kombinasyonunu veren şeydir. Bu polimerleri erime sıcaklıklarına kadar ısıtmak, fiziksel olarak daha kötü mekanik özelliklerle yansıtılacak olan [zincirin uzunluğunu geri döndüremez şekilde](#)

[azaltabilir.](#) Bu fiziksel bozulma, tekrarlanan ısıtma ve sertleştirme döngüleri ile daha da kötüleşir. Bunu hafifletmek için çoğu 3D yazıcı filament üreticisi, yeni malzemeyle karşılaştırılabilir tutarlı özellikler elde etmek için geri dönüştürülmüş 3D yazıcı filamentine belirli bir oranda işlenmemiş plastik katar.

Gelecek için umut

Polimerleri, esas olarak polimer zincirlerinin tek birimli yapı taşları olan monomerlere kimyasal olarak parçalayarak plastiklerin geri dönüştürülmesine yönelik aktif araştırma çabaları vardır. Monomerler daha sonra termal bozulma kaynaklı kusurlardan arınmış yeni bir plastik üretim döngüsü için ham madde olarak kullanılabilir.

Ne yazık ki, teknoloji hala nispeten yeni olduğundan, bu geri dönüşüm yöntemi şu anda filament üreticileri tarafından kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, karbonsuz enerji erişilebilirliğindeki artışla birlikte, çoğu “yeni” plastiğin, tıpkı alüminyum geri dönüşüm sürecine benzer şekilde, geri kazanılmış plastikten üretildiği tamamen döngüsel bir plastik ekonomisi için umut verici bir gelecek [görünüyor](#).

3D Baskı Yedek Parçalar Nasıl Üretilir?

Arızalı bir ekipman için onarım veya yenileme gerektiğinde, yedek parçalar başrol oynuyor. Üretim tesisleri ve tüketiciler için ekipmanlar, arıza sürelerini ve azalan üretkenliği artırmak için önem taşıyor. Bununla birlikte kritik yedek parçalara erişebilmek ve tedarik edebilmek için şirketlerin

pahalı bir envanter tutması gerekiyor. Üstelik bununla da kalmıyor dinamik tedarik zincirlerini takip etmek zorunda kalıyorlar.

Ancak bir tedarikçi iflas ederse veya teslimat süreleri çok uzun sürerse ne olur?

[3D baskı yedek parçalar](#), tedarik zinciri aksamalarını ve yedek parça durumunu ele almak için giderek daha yaygın bir çözüm haline geliyor. 3D yazıcılar müşteriler tarafından DIY yedek parçalardan geçici yedek parçalara kadar pek çok şeyi oluşturmak için kullanılabilir. Hatta geleneksel aletlerle yapılan parçaların yerini alabilen uzun ömürlü yedek parçaların yerini bile tutuyor. Üreticilerin büyük stokları talep üzerine yedek parça üretimi ile değiştirmesine olanak tanıyor.

Adım Adım: 3D Baskı Yedek Parça & Yedek Parça

1. Fizibilite Kontrolü

Yedek parçalar belirli bir sistem içinde çalışır. 3D baskı yedek parçaların düzgün çalışması için öncelikle parçanın geometrisi, kullanım amacı ve mekanik stresörler gibi teknik gereksinimlerin göz önünde bulundurulması gerekir. Bu kriterlerden bazılarına bakalım:

- **Geometri:** 3B yazıcılar neredeyse sınırsız tasarım özgürlüğü sunar. Bu nedenle geleneksel araçlar kullanılarak üretilen her şey 3B yazdırılabilir. Daha düşük maliyetler, daha yüksek hız veya daha fazla güç için optimize etmek üzere bazı tasarım ayarlamalarına [göz atabilirsiniz](#).
- **Boyut:** Parçanın, masaüstü ve tezgah üstü makineler için herhangi bir boyutta genellikle 15-30 cm civarında olan bir 3D yazıcının yapı hacmine sığması gerekir. Alternatif olarak, değiştirme bileşenini birden

çok küçük parçanın montajı olarak oluşturabilirsiniz.

- **Malzeme:** 3D yazıcılar, çoğu plastik parçanın ve hatta bazı metal parçaların yerini alabilir. Orijinal parçalar için kullanılan malzemenin özelliklerine en yakın malzemeyi bulabilirsiniz.
- **Stresler:** Değiştirilen parçanın katlanmak zorunda kalacağı gerilimleri ve etkileri göz önünde bulundurmalısınız. Uzun ömürlü parçalar için daha gelişmiş 3D baskı teknolojileri ve mühendislik malzemeleri seçebilirsiniz.

3B yazdırılan yedek parçalar tüm kriterleri tam olarak kontrol edemez. Genellikle makine arıza süresini ortadan kaldırmak için geçici yedek parçalar olarak hizmet edebilirler. Uygun işlevsellik sağlayan ancak uzun süreli dayanıklılığı ile sınırlı olan yedek bir 3D baskı bileşen, dayanıklı bir yedek bulunana kadar kullanılabilir.

2. 3D Modeli Alın

Parçanın 3D yazdırılabileceğini onayladıktan sonra, yedek parçanın 3D modellerini edinmeniz gerekir. Değiştirilen parça kendi ürününüz içinse ve [CAD](#) yazılımı kullanılarak tasarlanmışsa, dijital dosya hazır olmalıdır. Bazı üreticiler, üçüncü taraf araçlar için yedek parçaların orijinal CAD modellerini sunar.

Kullanılabilir bir tasarım yoksa, tasarımı CAD yazılımında kendiniz oluşturabilir veya bir tasarım hizmetinden satın alabilirsiniz. Basit bir tasarıma sahip parçalar için bu, manuel ölçümlere dayalı olarak yapılabilir. Ancak daha karmaşık tasarımlar için 3D tarama ile [tersine mühendislik](#) düşünebilirsiniz.



Karmaşık tasarımlar için 3D tarama ile tersine mühendislik düşünebilirsiniz.

3. Yedek Parçaları 3D Yazdırın

Baskı hazırlama yazılımını kullanarak CAD modelinizi 3D baskı için hazırlayın ve 3D yazıcınıza gönderin. Bunun için doğru teknoloji ve malzemeyi seçmek çok önemlidir.

3D baskı parçalar genellikle yıkama, destek yapılarını çıkarma, son kütleme veya zımparalama gibi birtakım son işlemler gerektirir. Akabinde parçalar daha sonra doğrudan kullanılabilir. Bununla birlikte düzleştirme, boyama, kaplama ve daha fazla uygulama için sonradan işlenebilir.

4. Test Etme ve Yineleme

Yedek parça hazır olduğunda, 3D baskı yedek parçanın amaçlandığı gibi çalıştığından emin olmak için birtakım testler yapmalısınız. Testlerde bir eksiklik çıkması durumunda tasarımı kolaylıkla yenileyebilirsiniz. Bu testin derinliği kullanım durumuna bağlı olmalıdır. Örneğin durdurma amaçlı yedek parçaların sınırlı bir süre için amaçlanan şekilde çalışması yeterlidir. Ancak geleneksel parçaların yerine 3D

baskı yedek parçaları kullanmayı planlayan üreticiler, yeni parçaları da test etmelidir.

3D Baskı Yedek Parçaları için Doğru Teknoloji ve Malzemeyi Seçmek

3D baskı, onlarca yıldır prototip oluşturma ve ürün geliştirmede kullanılıyor. Şimdiyse bu olgunlaşan teknoloji, imalatta yaygın kullanıma giriyor. Öyle ki makine, malzeme ve yazılımdaki son gelişmeler, uzun ömürlü yedek parçalar ve son kullanım parçaları yerine geçebilecek yüksek hassasiyetli, işlevsel 3D baskılar üretme fırsatları sunuyor.

3D yazıcılar ile en çok plastik parçalar üretiliyor. Plastik parçaların üretiminde en yaygın kullanılan işlemler şunlardır: erimiş biriktirme modelleme (FDM) , stereolitografi (SLA) ve seçici lazer sinterleme (SLS).

	ERİMİŞ BİRİKTİRME MODELLEMESİ (FDM)	STEREOLİTOGRAFI (SLA)	SEÇİCİ LAZER SİNERLEME (SLS)
Keskinlik	★★★★☆	★★★★★	★★★★★
Yüzey	★★★☆☆	★★★★★	★★★★☆
Verim	★★★☆☆	★★★★☆	★★★★★
Karmaşık Tasarımlar	★★★☆☆	★★★★☆	★★★★★
Kullanım kolaylığı	★★★★★	★★★★★	★★★★☆

Malzemeler	ABS, PLA gibi standart termoplastikler ve bunların çeşitli karışımları.	Gelişmiş özelliklere sahip mühendislik malzemeleri (ABS benzeri, PP benzeri, esnek, ısıya dayanıklı, sert) dahil olmak üzere çok çeşitli reçineler	Mühendislik termoplastikleri. Naylon 11, naylon 12 ve bunların kompozitlerinin yanı sıra esnek parçalar için TPU.
İçin ideal	Basit yedek parça Geçici çözümler	Basit ve karmaşık yedek parçalar Geçici çözümler İnce ayrıntılar ve pürüzsüz bir yüzey kalitesi gerektiren parçalar	Basit ve karmaşık yedek parçalar Geçici çözümler Sağlam, kararlı ve uzun ömürlü son kullanım yedek parçaları

Mevcut malzemelerin kısa bir karşılaştırması.

Geleneksel üretim süreçlerinin çoğu pahalı endüstriyel makineler, özel tesisler ve yetenekli operatörler gerektirir. Buna rağmen 3D baskı düşük genel gider ve minimum altyapı ile şirket içi üretimi mümkün kılar. Plastik parçalar oluşturmak için kompakt masaüstü veya tezgah üstü 3D baskı sistemleri ekonomiktir. Üstelik çok az yere ihtiyaç duyar ve özel beceri gerektirmez.

Dış kaynak kullanımı, zaman kısıtı olmayan yedek parçalar için iyi bir seçenek olabilir. Ancak bu genellikle fiziksel bir yedek parça envanteri stoklamakla aynı zorlukları beraberinde getirir. Teslimat zaman çizelgeleri, çoğu 3D baskı parça için 24 saatten daha kısa süreye kıyasla birkaç haftayı alabilir. Bu da makinenin çalışmama süresinin uzaması ve üretkenlik kaybı olasılığını artırır.

Yedek Parçaların Dijital Üretimi

Üretimin dijitalleştirilmesi, tedarik zinciri sorunları, minimum sipariş miktarları ve eskimiş parçalardan kaynaklanan atıklar gibi bazı geleneksel zorlukları ortadan kaldırma fırsatı sunuyor. [Dijital](#) bir depo kurmak, envanter yönetimi maliyetlerini azaltmayı uygun kılıyor.

Bu sistemi 3D baskı gibi şirket içi bir dijital üretim

aracıyla eşleştirmek, isteğe bağlı stratejileri destekliyor. Üreticilerin maliyetleri ve teslim sürelerini azaltmasına, dayanıklılığını artırmasına ve kesinti süresini azaltmasına olanak tanıyor.

Dijital depo veya yedek parça envanteri, yedek parça tasarımlarını depolamak, bileşenleri sistematik olarak sınıflandırmak, malzeme listelerini optimize etmek ve envanteri yönetmek için kullanılıyor. 3D yazıcılar ve diğer dijital üretim araçları, daha sonra fiziksel bir envanteri stoklamak veya gerektiğinde parçaları değiştirmek için yedek parçaları üretmek adına kullanılabilir.

3D Baskı Yedek Parçaları Yasal mı?

Genellikle evet fakat duruma göre değişkenlik gösterebilir.

Tersine mühendislik genellikle yasaldır ve üreticiler, ticari sır yasasını ihlal etmeden kendi şirket içi tasarımlarını kullanarak yedek parçaları 3D yazdırmayı seçebilirler. Bir üretici, ticari amaçlarla yedek parçaları 3D olarak yazdırmayı planlıyorsa, ilgili yasa kapsamında sorumlu tutulabilir. Bununla birlikte sözleşmeleri kapsamında belirli güvenlik ve kalite gereksinimlerini karşılayan tasarımlar veya ürünler tedarik etme yükümlülükleri olabilir.

Yedek parçaların 3D baskısı ile ilgili yasal gereklilikler ve yükümlülükler üzerine kapsamlı bir [çalışma](#) bulunuyor. Birleşik Krallık hükümeti araştırması, sürecin yasallığı hakkında mükemmel bir fikir veriyor. Çalışma, ABD, İngiltere, AB, Kanada, Japonya ve Çin'deki üretim döngüsünün her aşamasında yasal gerekliliğin yanı sıra hem yedek hem de yedek parça üretimini ele [alıyor](#).

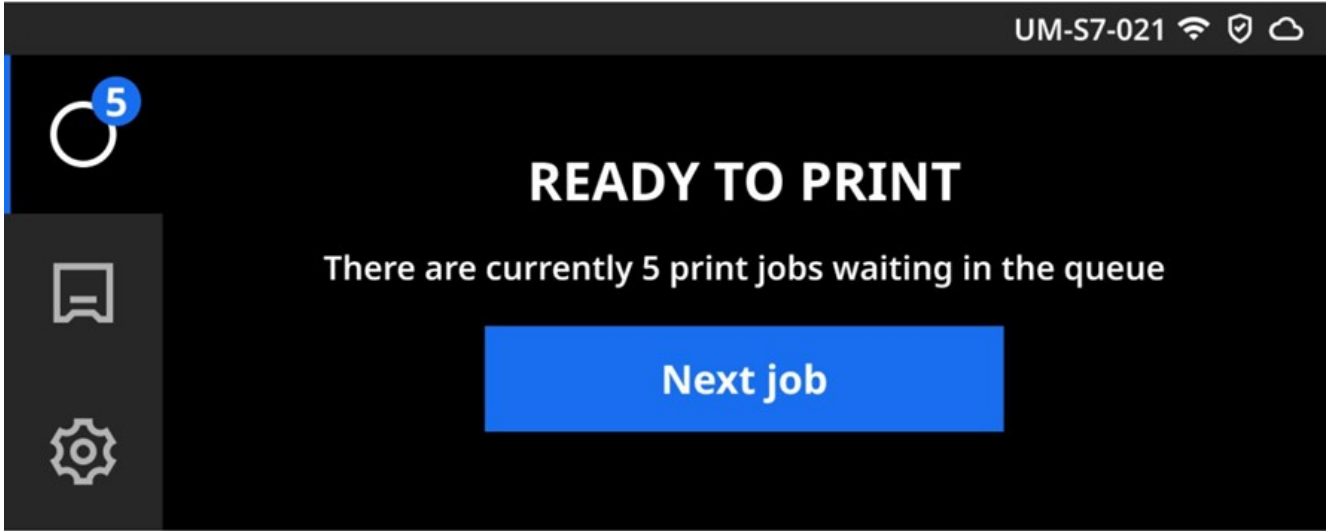
En Yeni S Serisi Üretici Yazılım Sürümü 8.1.0 ile Daha Kolay Baskı Kuyruğu Yönetimi

Ultimaker S serisi 3D Yazıcıları geliştirmek için her zaman yeni yollar üzerinde çalışıyor. Yalnızca yeni donanımlarla(yakın zamanda piyasaya sürülen Ultimaker S7 gibi) değil, aynı zamanda ürün yazılımı sürümleriyle sürekli güncelleniyor.

Her üretici yazılım sürümü yeni geliştirmeler getirir ancak en son 8.1.0 da önemli gelişmeler üzerinde duruldu. Aslında, büyük miktarda baskıyı yönetmeyi her zamankinden daha kolay hale getireceğinden, kullanıcıların bilmesinde büyük yeni gelişmeler var!

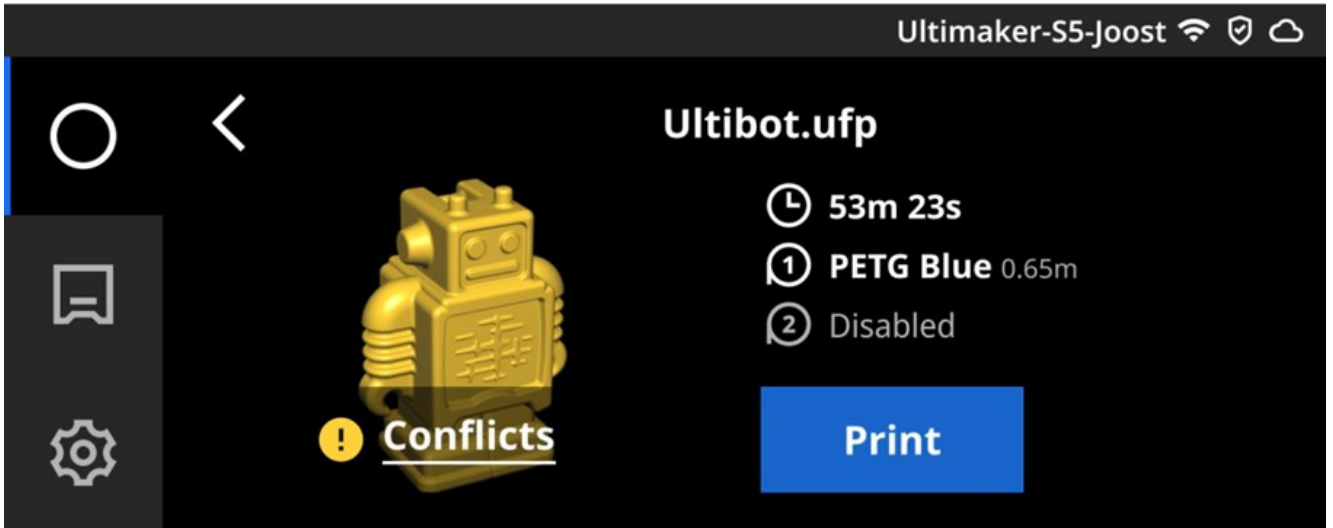
Digital Factory baskı kuyruğunuzu doğrudan yazıcıdan başlatın ve duraklatın

'Ultimaker Digital Factory' bulut yazılımı, modellerinizin üretimi için çok sayıda yönetmek için tonlarca kullanışlı özelliğe sahiptir. Ancak şimdiye kadar, baskı kuyruğunuzu yönetmek, sıradaki baskıları izlemek ve doğru yazıcıda sıraya alındıklarından emin olmak için telefonunuzdan veya bilgisayarınızdan 'Digital Factory' i açmanız gerekliydi. Bu süreci basitleştirmek için, kuyruğa alınan baskıları doğrudan yazıcınızın dokunmatik ekranından ayarlamanız mümkün kılındı.

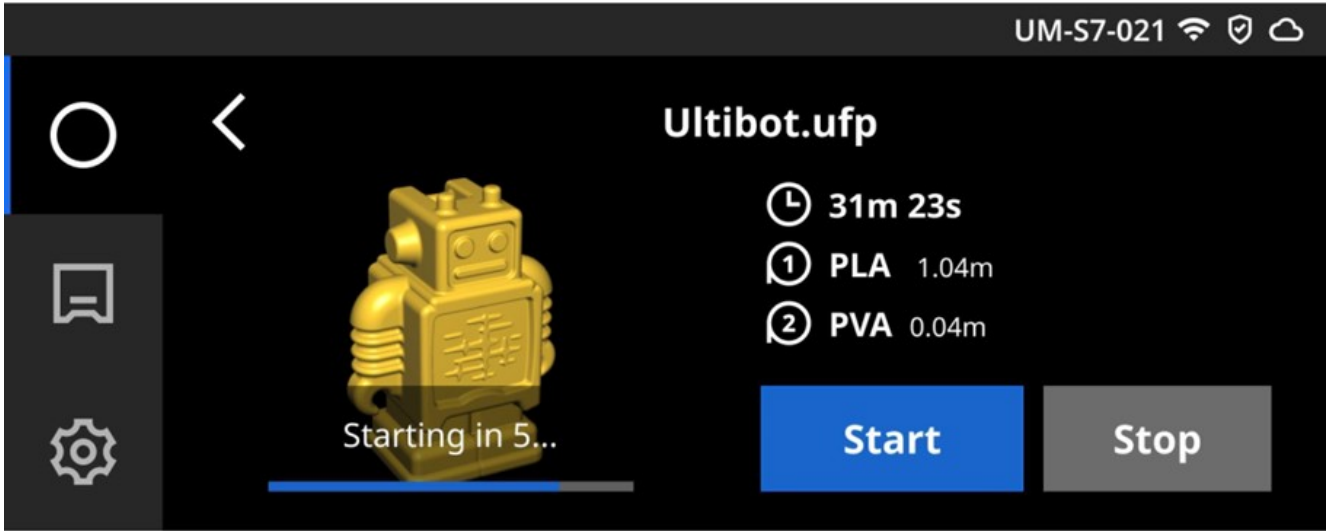


Artık kuyrukta kaç baskı olduğunu görebilir ve bir sonraki baskınızın ne zaman başlayacağına karar verebilirsiniz.

Bir sonraki baskı ile yazıcınızın mevcut durumu arasında herhangi bir engel olması durumunda, örneğin yanlış malzemelerin yüklenmesi gibi, ayrıca bilgilendirileceksiniz.



Ve tabii ki kuyruktaki baskıları istediğiniz zaman durdurabilir veya devam ettirebilirsiniz.



Tüm bu özellikler, artık 'Digital Factory' e giriş yapmanıza gerek kalmadan sıraya alınmış baskılarınızı kolayca yönetebileceğiniz anlamına gelmektedir.

Ek İyileştirmeler

Ultimaker S Serisi 8.1.0 yazılım sürümünde aşağıdaki iyileştirmeler de uygulandırmıştır.

- Nadir durumlarda eksen motor sürücülerinin arızalanmasını önlemek için 24V besleme voltajı kontrolü eklendi
- Ultimaker Digital Factory 'ye bağlanmak artık daha kolaylaştı
- Varsayılan bekleme ekranı geliştirildi, artık yazdırma işleminin nasıl başlatacağı hakkında daha net bilgiler içeriyor
- Yazının baskıya başlama süresi 15 saniye azaltıldı
- Air Manager, bir önceki baskı işleminden hemen sonra yeni bir baskı işlemindeki fan hızları optimize edildi
- USB sürücünün takılı olup olmamasına bağlı hata bilgisi(dialogs) iyileştirildi.

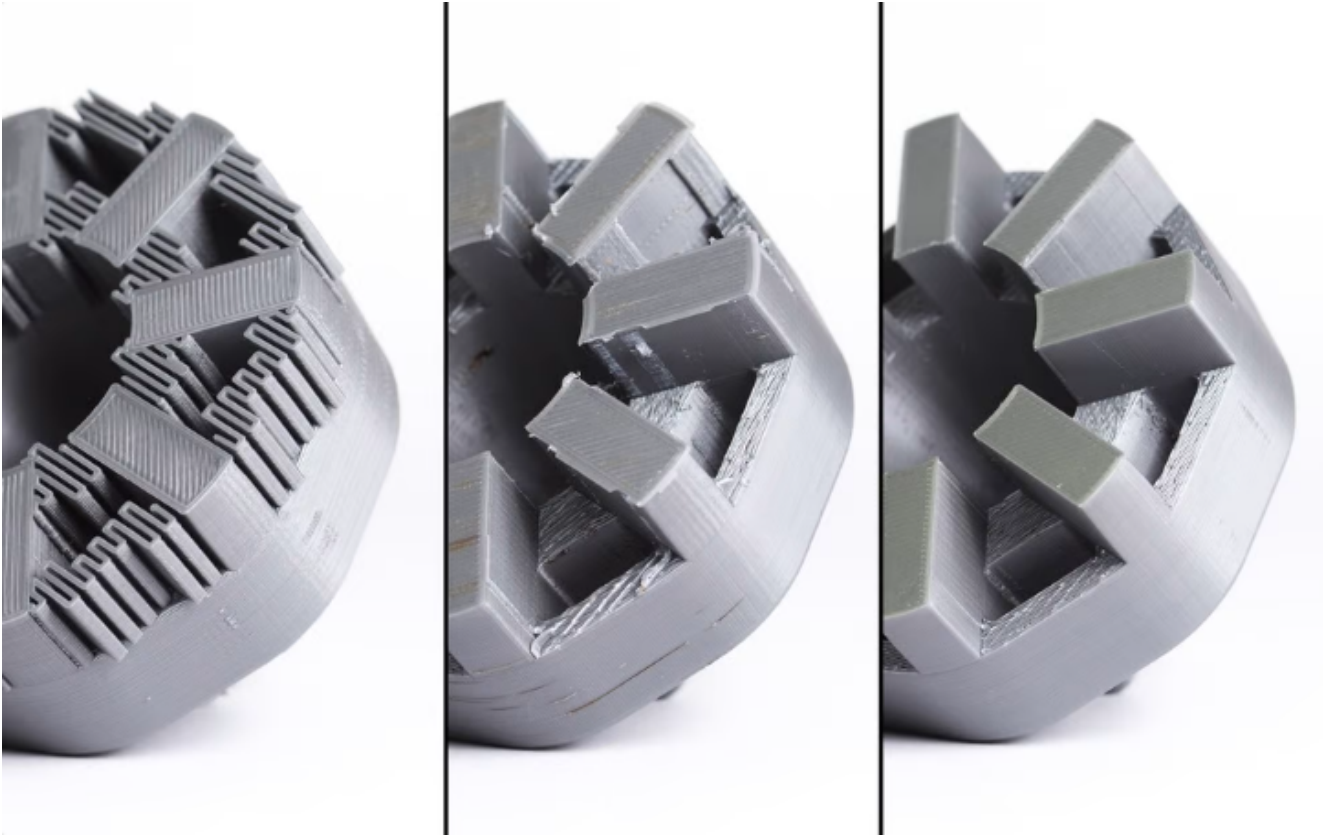
Kaynak:

<https://ultimaker.com/learn/queue-handling-with-firmware-8-1-0>

PLA Yumuşatma: 3D Baskıları Düzgünleştirme

Katman çizgileri, FDM baskının bilinen bir gerçeğidir. Peki, 3D baskıları nasıl düzgünleştirebilir ve çizgileri nasıl gizleyebiliriz? Bunun için PLA yumuşatma hakkındaki basit bir kılavuz hazırladık. Önce, düzeltme ve zımparalama gibi temel bilgilerle başlayacağız. Akabinde pürüzsüz bir yüzey için bir parçanın yüzeyini kaplamanın ve eritmenin farklı yollarına göz atacağız.

Fazla Malzemeyi Çıkarma



Nadiren, bir baskıda kenar veya destek kenarları gibi fazla malzeme olabilir. Baskınızı düzgün bir şekilde bitirmek için bunları çıkarmanız gerekir. Bunu yapmak için kullanabileceğiniz birkaç farklı araç var.

Maket Bıçağı

Temel bilgilerle başlayalım ve fazla malzemeyi maket bıçağıyla kesmeye bakalım. Bunun için yaygın olarak kullanılan X-Acto bıçağını deneyebilirsiniz. Diğer kendin yap el işlerine aşina iseniz, büyük olasılıkla bu bıçağa da aşinasınızdır.

3D baskılarınızı temizlemek için bir bıçak ararken, dikkate alınması gereken ilk şey bıçak seçimidir. Genel olarak, çok yönlülüğü sayesinde standart boyut 11 bıçak iyi bir seçimdir. Ancak diğer türler özel ihtiyaçlarınıza daha uygun olabilir. Kesmeye başlamadan önce, temel bıçak güvenlik kurallarını gözden geçirin. Daima kendinizden uzakta kesin. Baskıyı tutarken parmaklarınızı bıçağın önüne koymamaya dikkat edin ve keserken aşırı kuvvet uygulamayın.

Destekleri veya diğer fazla malzemeleri çıkarmak için bıçağı baskının kenarlarından birine yerleştirin ve bıçağı yüzey boyunca hareket ettirin. Çok fazla baskı uygulamaktan kaçının. Aksi takdirde amaçlanandan daha fazla malzeme çıkarma ve baskıya zarar verme riskiyle karşı karşıya kalabilirsiniz. Tüm kenarlar pürüzsüz olana kadar bunu tekrarlayın. Eğer bir maket bıçağına erişiminiz yoksa, tek kenarlı bir tıraş bıçağı da aynı işi görecektir.

Çok Amaçlı Döner Alet

Dremels gibi çok amaçlı döner aletler, 3D baskıları bitirmek için bir başka seçenektir. Bu araçları bıçağa benzer şekilde kullanabilirsiniz. Ancak mevcut birçok farklı uç nedeniyle, bir parçanın iç kenarlarını ve diğer ulaşılması zor yerlerini kolayca bitirmenize olanak tanırırlar.

Çok amaçlı döner alet kullanırken unutulmaması gereken iki şey vardır. Birincisi, bunlar hız araçlarıdır, tork araçları değildir. Bu nedenle, istenen sonuçları göremediğinizde daha fazla baskı uygulamak yerine dönüş hızını artırmanız gerekmektedir. Bu sadece size çok fazla iş tasarrufu sağlamaz,

aynı zamanda aletinizin kullanım ömrünü de uzatır.

İkincisi, elektrikli aleti plastik üzerinde kullandığınız için bir noktanın üzerinde çok uzun süre durmayın veya çok fazla baskı uygulamayın. Aletin hareketi ısı oluşturur. Bu nedenle bunu yapmak, çalıştığınız yerde plastiği eritmenin ve baskıda oyuklar ve delikler oluşturmanın kesin bir yoludur. Bazı döner aletler ayrıca zımparalama ekleriyle birlikte gelir. Fakat bunlar PLA'yı düzleştirmek için çok güçlü olabilirler.

Zımparalama



Zımparalama, baskıları yumuşatmanın daha erişilebilir yöntemlerinden biridir. 3D baskıları zımparalamanın birçok farklı yolu vardır.

Geniş yüzey alanlı bir baskınız varsa, bir zımpara bloğu kullanmayı düşünün. Ellerinizin üzerindeki yükü alır ve zımpara kağıdında ve baskınızda eşit aşınma oluştururlar.

Çok fazla detay içeren bir baskınız varsa, en iyi seçeneğiniz tırnak törpüsü kullanmaktır. Pek çok farklı boyut ve türde törpü vardır. Bu noktada doğru seçim ne zımparaladığınıza bağlı olacaktır. Ucuz karton törpüler çoğu zaman mükemmel bir

şekilde çalışır.

Tabii ki, bazı durumlarda tercih edilebilecek gevşek zımpara kağıtları da kullanabilirsiniz. Zımparalama çabalarınızdan en iyi sonuçları almak için, bir püf nokta vardır. Zımpara kağıdını baskı boyunca katman çizgilerinin damarlarına karşı dairesel hareketlerle hareket ettirebilirsiniz. Aradığınız sonuca bağlı olarak, 400 grit zımpara kağıdıyla başlayıp 4.000 grite kadar çıkabilirsiniz.

Son olarak, muhtemelen ıslak zımparalamayı duymuşsunuzdur. Yüksek kumlu ıslak zımpara kağıdı, çok fazla malzeme çıkarmadığı ve cilalı bir yüzey bırakacağı için son zımparalama aşaması olarak kullanılabilir. Islak zımpara kağıdı kullanma tekniği çoğunlukla normal zımpara kağıdıyla aynıdır. Yine de sadece ara sıra ıslatmanız gerekir.

Yüzey Erimesi



Baskılarınızı bitirmek için ısının plastik üzerindeki etkisinden yararlanabilirsiniz.

Bilindiği üzere PLA özellikle ısıya dayanıklı değildir. Bu da

onu dış mekan uygulamaları için uygun hale getirmez. Bu sorunu çözmek için ısıdan faydalanabiliriz. Bu amaçla en sık kullanılan alet, en düşük ısı ayarına ayarlanmış bir ısı tabancasıdır. En iyi, en tutarlı sonuçlar, baskıyı bir döner tablaya yerleştirerek ve ıslığı eşit şekilde dağıtmak için yavaşça döndürerek elde edilir. Bu ayrıca herhangi belirli bir alanın aşırı erimesini önlemeye yardımcı olur.

Saç kurutma makinesi ısı tabancasına iyi bir alternatif gibi görünebilir. Ancak saç kurutma makinesi plastiği eritecek kadar sıcak olacak şekilde tasarlanmamıştır. Çoğu model PLA'nın camsı geçiş sıcaklığı olan 60 °C'ye bile ulaşmaz. Bu nedenle herhangi bir değişiklik görmek için uzun süre beklemeniz gerekebilir.

Yüzey Kaplama

Bir baskıda pürüzsüz bir yüzey elde etmenin başka bir yolu da püskürtme, boyama veya daldırma şeklinde ek bir malzeme katmanı eklemektir. Bu, katman çizgileri de dahil olmak üzere yüzey dokusundaki tüm kusurları doldurabilir ve parlak, eşit bir yüzey bırakabilir. PLA için bir boya astarı veya bir epoksi kaplama olarak iki yaygın örnek kullanılmaktadır.

Astar



Astar kullanmak genellikle basitçe zımparalanmış bir baskıdan daha güzel görünen bir baskıyla sonuçlanır.

Bir baskıda astar kullanmak az ya da çok zımparalama ile paraleldir. Baskınızı bitirmek için kullanılan bir astar pürüzsüz bir yüzey oluşturur. Çünkü katman çizgilerini doldurur. Daha sonra astarın kurumasına izin verilir. Ardından üst katman zımparalanır. Astarın zımparalanması genellikle gerçek PLA'nın zımparalanmasından çok daha kolaydır. Çünkü astar daha yumuşaktır. Bununla birlikte her bir astar katının kurumasını beklemeniz gerekeceğinden, bu yöntem daha fazla zaman alır. Ek olarak astarlanmış bir baskıyı boyamanız iyi bir sonuç [verir](#). Çünkü astar tek başına açık bırakılırsa zamana karşı dayanamaz.

Epoksi



Epoksi, astarla hemen hemen aynı şekilde çalışan bir reçine kaplamadır.

Epoksiyi baskınıza uygulamadan önce karıştırmanız gerektiğinden, üzerinde çalışmak biraz daha zordur. Bununla birlikte, epoksinin astardan önemli ölçüde daha iyi olduğu bir yer vardır. Bu da daha büyük delikleri veya baskı işleminin geride bıraktığı baskı kalıntılarını doldurmaktır.

Baskınızı epoksi ile bitirmek, bir parti epoksi reçinesinin karıştırılmasından oluşur. Daha sonra bir boya fırçası ile baskınızın tüm yüzeylerine serbestçe uygulayabilirsiniz. Sadece katlarınızın eşit olduğundan emin olmalısınız. Böylece bitmiş baskıda farklı kalınlıklarla karşı karşıya kalmazsınız.

Kimyasal Düzleştirme

Son olarak kimyasallara geldik. Bildiğiniz gibi PLA, ABS'nin yapabileceği şekilde asetonla düzleştirilemez. Buna rağmen yine de benzer bir yüzey elde etmek için bir seçenek vardır.

Polymaker Polysmooth, PLA'ya çok benzeyen ve kimyasal olarak düzleştirilebilen bir malzeme olan PVB'den oluşur. Ancak Polymaker Polysher kullanımını gerektirir. Bu, üst katmanları yumuşatmak için filamanla etkileşime giren izopropil alkolü dağıtan bir kutudur.

Gereken her şeyi satın almak biraz yatırım gerektirir. Ancak çok sayıda pürüzsüz baskıya ihtiyacınız varsa, bu sistemi kurmak sizin için önemli bir değer yaratabilir.

PLA, ABS, PETG: Temel Farklar

PLA, ABS ve PETG, piyasadaki en popüler ve kolayca bulunabilen filamentlerden bazılarıdır. Ancak kolay bulunmaları her baskı işi için eşit derecede uygun oldukları anlamına gelmez. [PLA](#) yazdırması en kolay olan olsa da en güçlüsü değildir. [ABS](#) genellikle bir parçada daha fazla dayanıklılık istendiğinde kullanılır, ancak kötü kokabilir. PETG, [gıda güvenliği](#) gerektiğinde popüler bir seçimdir ve mükemmel malzeme özelliklerine sahiptir. Bununla birlikte, yazdırmak zorlu bir mesele olabilir.

Bu yazıda, PLA, ABS ve PETG malzemelerinin avantajlarına ve dezavantajlarına daha yakından bakacağız. Ayrıca, ilgili baskı ve malzeme özelliklerinin hızlı bir karşılaştırmasını yaparak sizi daha ayrıntılı bilgi içeren diğer kaynaklara yönlendireceğiz.

PLA

PLA, ABS ve PETG arasında en popüler olan polilaktik asit (PLA), temel ham maddesi genellikle mısır nişastası olan [bitki bazlı bir plastik malzemedir](#). Yenilenebilir ham maddelerden yapılmış bir termoplastik polimer olarak, birçoğu [biyolojik olarak parçalanabilir](#) olduğunu iddia ediyor. Ancak endüstriyel olarak kompostlanabilir olduğunu söyleyebiliriz.

Faydaları

PLA'nın yazdırılması olağanüstü derecede kolaydır. Genellikle herhangi bir tıkanma sorunu olmadan 3D yazıcınızın ağızından dışarı akar. Diğer filamentlerle karşılaştırıldığında PLA nispeten [düşük bir baskı sıcaklığına](#) sahiptir. PLA ile yazdırmanın belki de en büyük yararı ucuz olmasıdır: 1 kg PLA size 25 ila 30 ABD dolarına mal olacaktır.



PLA'nın birçok renk seçeneği bulunuyor.

Dezavantajları

PLA filamanı, yüksek ısı durumlarında deforme olma veya erime eğilimi gösteriyor. Bu da onu ısı direnci gerektiren parçalar için kullanışsız hale getirir. Bu, güneşli bir yaz gününde araba gösterge paneli gibi sıcak çevre koşulları için bile geçerlidir.

PLA'nın bir başka dezavantajı da kırılğan bir malzeme olmasıdır. Darbe anında parçalanma eğilimi gösterir. Bu nedenle, ABS veya PETG'den daha az sağlamdır, bu da onu mekanik kullanımlardan ziyade estetik kullanımlar için daha

iyi hale getirir.

ABS

Akrilonitril bütadien stiren (ABS), ev ve tüketici ürünlerinde yaygın olarak bulunan opak bir termoplastiktir. PLA'dan sonra en popüler filament türlerinden biridir. 3D baskının ötesinde ABS, [enjeksiyonlu kalıplama](#) ve işleme için de çok uygundur.

Faydaları

ABS güçlü, sağlam ve dayanıklıdır. Isıya ve darbelere karşı direnci iyidir. Malzeme kırılmadan önce deforme olur ve bükülür, bu da onu günlük yaşamda sıklıkla kullanılan öğeler için çok uygun hale getirir.

Diğer bir avantaj, bir ABS baskıyı bitirme kolaylığıdır. Materyal asetona oldukça reaktiftir, bu nedenle ABS baskıların sonradan işlenmesinde kullanılacak [yumuşatma teknikleri vardır.](#)



ABS, dayanıklılığı ile öne çıkıyor.

Dezavantajları

ABS yazdırılırken, filamentle çalışmayı zorlaştıran zehirli dumanlar açığa çıkar. Filtreleme sistemli bir [muhafazaya](#) veya baskı yapacağınız, uygun şekilde havalandırılan ayrı bir odaya ihtiyacınız olacaktır.

ABS, parçalarda eğrilme ve çatlakların oluşmasına yol açabilecek sıcaklık değişimlerine karşı çok hassastır. Bir muhafaza, yazdırma sırasında hedef sıcaklığın korunmasına yardımcı olur.

PETG

Polietilen tereftalat glikol (PETG), malzeme özellikleri onu işlevsel nesnelere için iyi bir yarışmacı yapan bir termoplastiktir. Genellikle su şişelerinde ve yiyecek kaplarında bulunur.

Faydaları

PETG, yaygın olarak [gıda açısından güvenli bir filament](#) olarak kabul edilir. [Mutfağınız](#) için aksesuarlar veya [kamp gereçleri, kaplar ve daha fazlası](#) gibi yiyeceklerle temas edecek şeyler yapmak için kullanabilirsiniz.

Malzeme dayanıklıdır ve darbelere karşı oldukça dayanıklıdır. Ayrıca UV ışığına karşı oldukça dayanıklıdır. Bu da dış mekan uygulamalarında iyi performans göstermesi gerektiği anlamına gelir.



PETG, gıda alanında güvenle tercih ediliyor.

Dezavantajları

PETG filamentini, [baskı sırasında](#) dizmeyi sever. Bunun nedeni, filamentin serbestçe akmasına izin veren, ancak iki nokta arasında hareket ederken ipleri bırakmaya yatkın hale getiren, yazdırmak için gereken yüksek sıcaklıktan kaynaklanmaktadır.

Diğer bir dezavantajı ise daha az olmasına rağmen PETG'nin çizilmeye yatkın olmasıdır. Bu, bazı kullanıcılar için hiç önemli olmayabilir, ancak rahatsız olanlar da olacaktır.

Karşılaştırmalar

Şimdi farklı filamentlere baktığımızı göre baskı ve genel malzeme özellikleri açısından üç malzemeyi yan yana hızlı bir şekilde karşılaştıralım. Konulardan herhangi birine daha derin bir dalış yapmak istemeniz durumunda, sizi doğru yöne yönlendireceğiz.

Hava sıcaklığı

- **PLA:** [175-200 °C, ısıtmalı yatak gerekmez](#)
- **ABS:** [210-250 °C, ısıtmalı yatak 90 °C-110 °C arası](#)
- **PETG:** [220-250 °C, ısıtmalı yatak gerekmez](#)

Muhafaza

- **PLA** bir muhafaza gerektirmez.
- **ABS**, taslaklara karşı oldukça hassastır. Kesinlikle gerekli olmasa da bir muhafazadan ciddi şekilde yararlanırsınız. Muhafaza içindeki ısının korunması, eğilmeyi ve çatlamayı önlemeye yardımcı olur.
- **PETG** bir muhafaza gerektirmez.

Rötuş

- **PLA:** Doldurma, [zımparalama](#) ve astarlama birincil yöntemlerdir. PLA baskılarını bitirmek için kullanılabilecek güvenli kimyasal maddeler yoktur.
- **ABS:** Aseton kullanarak ABS'yi yumuşatmak nispeten kolaydır ve teoride ihtiyacınız olan tek şey budur. Daha fazla ayrıntı için [ABS Aseton Düzeltme: 3D Baskı Buhar Düzeltme Kılavuzu'na](#) bakabilirsiniz.
- **PETG:** [MatterHackers](#), etil asetatın PETG'yi yumuşatmak için kullanılabileceğini bildiriyor. Doldurma, zımparalama ve astarlama, PETG baskıları için denenmiş ve doğrulanmış yöntemlerdir.

Mukavemet ve Dayanıklılık

- **PLA**, düşük ısı ve kimyasal direnci göz önüne alındığında, düşük ila orta mukavemetli bir filament olarak kabul edilir. Ayrıca darbe anında parçalanma eğilimi vardır.
- **ABS**, kırılmaktansa büküleceği ve PLA'dan daha yüksek darbe, ısı ve kimyasal dirence sahip olduğu için orta ila yüksek mukavemetli bir filament olarak kabul edilir.

- **PETG** ayrıca orta ila yüksek mukavemetli bir filament olarak kabul edilir. Çoğunlukla ABS'ye benzer. Özellikle katman çizgileriyle aynı yönde uygulanan yükler söz konusu olduğunda, mukavemet açısından üstündür.

Toksisite ve Koku

- **PLA'nın** kokusu azdır ve toksisitesi yoktur.
- **ABS'nin** önemli bir kokusu ve bir miktar toksisitesi vardır. Bu nedenle, iyi havalandırılan bir alanda basılması en iyisidir.
- **PETG'nin** kokusu veya toksisitesi yoktur.

Higroskopisite (Nemi absorbe etme kapasitesi)

- Üçü de çok higroskopiktir. Bu nedenle bu lifleri bir [saklama kutusunda](#) tutmak veya uzun süre kullanılmadığında kurutmak en iyisidir.

En İyi Kullanım Örnekleri

- **PLA**, herhangi bir özel işlevsel gereksinimi olmayan uygulamalarda en iyisidir.
- **ABS** genellikle çok kullanılan veya sadece dayanıklı olması gereken işlevsel öğelerde kullanılır. Örneğin bir [insansız hava aracının çerçevesi](#).
- **PETG** yiyecek veya içeceklerle temas edecek ürünler için iyi bir seçenektir. Aynı zamanda işlevsel parçalar için harika bir rakiptir.