

3D Model Bölümleri Nasıl Optimize Edilir?

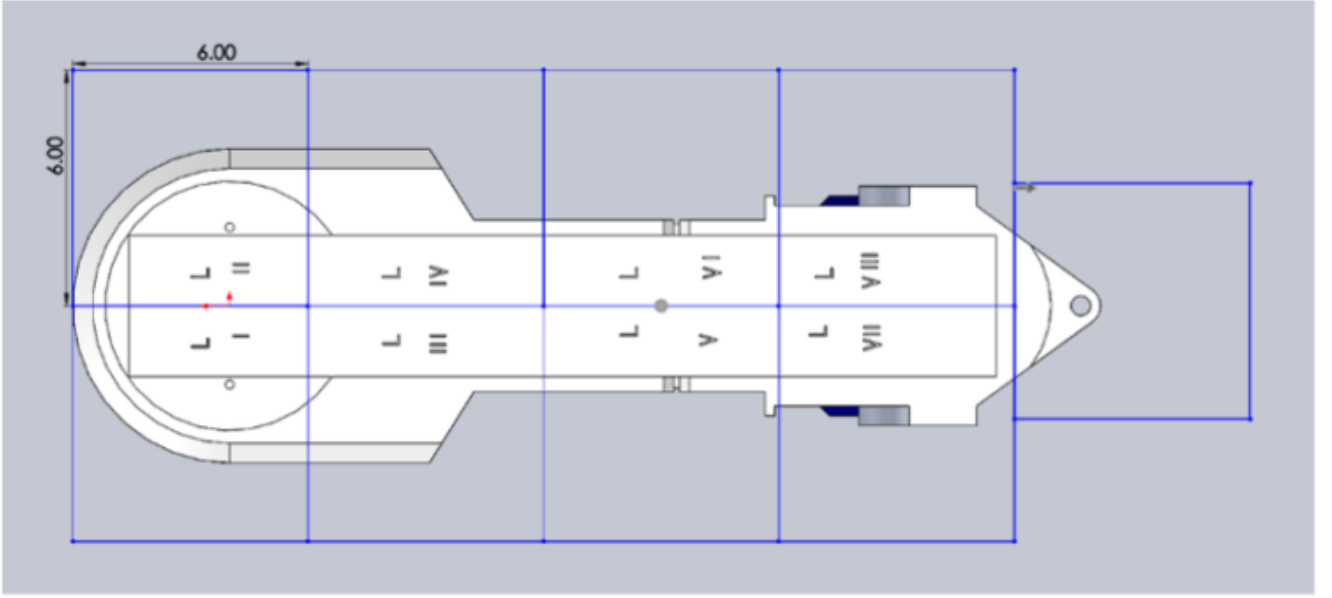
3D baskı teknolojisi yaygın hale geldikçe prototipleme ve üretim ihtiyaçları artmaya devam ediyor. Bununla birlikte üretilecek nesnenin boyutu 3B yazıcıların yazdırma alanı ile sınırlı kalıyor. Bu sorunu çözmek için büyük 3D model bölümlere ayırabilir, ayrılan bölümleri yazdırdıktan sonra parçaları birleştirebiliriz.

3B model bölümlerinin optimizasyonu için ilk tasarım aşamasının, 3B yazdırılan nesnelerin kalitesi üzerinde hatırı sayılır bir etkisi vardır. Bu noktada eklemeli imalat (AM) ile geleneksel üretim süreci tersine çevrilir. Nesneler, geleneksel “çıkarma” yöntemleri yerine, malzemeyi katman katman “ekleyerek” oluşturulur. Bu durum yazıcıya yüklenen dilimlenmiş dosyaların tam olarak tasarımcının amaçladığı gibi olması gerektiği anlamına gelir. Aksi takdirde, baskı başarısız olabilir veya tasarımcının niyetini tam olarak yansıtmayabilir. Bu sorunlardan “ilk tasarım” aşamasında kaçınılmalıdır.

Büyük boyutlu baskılarda 3D model nasıl bölümlere ayrılır?

Böylesine yüksek bir tasarım standardı kaçınılmaz olarak birden fazla sorunu beraberinde getirir. Sorunlardan biri baskıların boyutudur. FFF yazıcıların artan kalitesi, endüstriyel sınıf sonuçları daha uygun fiyatlı hale getirmesine rağmen küçük boyutları nihai baskının boyutlarını sınırlayabilir.

Bu sorunun çözümü “tasarım” aşamasındadır. Baskının, her bir parçanın yazıcı içindeki kullanılabilir alanı en üst düzeye çıkaracak şekilde bölünmesiyle [CAD](#) kullanılarak bölümlere ayrılması gerekir.



Düz kesimlerin bir 3D modelde nasıl görüneceğine ve bunların nasıl bağlanabileceğine dair bir örnek

▽ printed bump and groove



▽ hole and slot with metal pins



▽ lip or recessed area



▽ recess with glue



Düz kesimlerin bir 3D modelde nasıl görüneceğine ve bunların nasıl bağlanabileceğine dair bir örnek

Bölümleme Optimizasyonu

Bir nesnenin bölümlenmesi birçok yolla gerçekleştirilebilir. Bölmenin optimizasyonunu başarılı kılmak için dikkate alınan ana hususlar şunlardır:

- Basılabilirlik- parçalar yazıcıya sığmalıdır.
- Birleştirilebilirlik – parçaları kolayca bir araya getirmek mümkün olmalıdır.
- Estetik – dikişler-izler çıplak gözle görülmemeli ve nihai nesnenin doğal simetrisini takip etmelidir.

Akademisyenler, tasarımcıların en iyi sonucu elde etmeleri için algoritmalar geliştirmeye çalıştılar. Son on yılda en çok bahsedilen çalışmalardan biri 'Chopper' adlı otomatik bölümleme sistemidir. Bu sistem Princeton Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri bölümünden Profesör Luo Linjie tarafından 2012 yılında geliştirilmiştir.



Görselde 'Chopper' algoritması kullanılarak bölümlenmiş bir nesne yer alıyor. Algoritmanın, nesnenin yazdırılabilirliğini ve montaj sırasını optimize etmeye çalışan ek gereksinimleri vardır (her adımda birleştirilecek iki parçayı eşleştirme).

Algoritma, Binary Space Partitioning'e (İkili Uzay Bölümleme) dayanmaktadır. Nesne analiz edilirken bölümlenmeden önce karşılanması gereken bir dizi koşul tarafından değerlendirilir. Değerlendirme baskı için 'optimum'a ulaşana kadar nesneyi değerlendirmeye ve parçaları bölmeye devam eder.

Bu koşullar, algoritma tarafından keşfedilen ve otomatik veya kullanıcı tarafından ayarlanabilen bir dizi hedeftir. Bu hedefler şunları içerir:

- Birkaç parça – nesneyi tamamlamak için mümkün olan minimum baskı sayısının tahmini.
- Bağlayıcı fizibilitesi – bağlayıcı yerleşiminin potansiyel kalitesinin ve sonuçta ortaya çıkan nesne sağlamlığının en üst düzeye çıkarılması.
- Yapısal sağlamlık – nesnenin yüksek gerilimli alanlarındaki kesiklerden kaçınma.
- Kırılgenlik – kullanıcının estetik için istemediği alanlarda (örneğin bir büstün yüzü) kesimlerden kaçınılması ve simetrik kesimlerin teşvik edilmesi.

‘Chopper’, tasarımcının tasarımlarına uygulamaya istekli olduğu bölümlere seçenekleriyle sınırlıdır. Yani ‘Chopper’, ürün tasarımı için her zaman uygun bir seçim değildir; bunun yerine önerilerde bulunmak için kullanılabilir.

Küçük boyutlu baskılarda 3D model nasıl bölümlere ayrılır?

Tasarım sorunları sadece boyutla sınırlı kalmıyor. Geçici destek yapıları kullanılarak karmaşık tasarımlar (içi boş veya düzensiz şekilli baskılar gibi) basılabilir. Bu kendi başına bir sınır değildir ancak destek yapıları ek malzeme maliyeti, daha uzun baskı süreleri ve sonuç olarak daha fazla işlem sonrası (destek malzemesini çıkarmak için gereken süre) gerektirir. Bölme, destek kullanmanın neden olduğu dezavantajlardan kaçınmanın etkili yollarından biri olabilir. Dijital bölümlere algoritmaları, özellikle tek nesneler için kullanışlıdır. Bu, özellikle her bölüm farklı bir yüzey malzemesine sahip olduğunda ve her bir parçanın montajının kolay olması gerektiğinde geçerlidir.

“Surface2Volume” algoritması, Vancouver British Columbia Üniversitesi’nden Bilgisayar Bilimleri öğrencisi Chrystiano Araujo tarafından 2019 tarihli bir makalede sunuldu. Bu algoritma çok malzemeli, çok renkli baskılar kullanılarak test edildi. Burada yazdırılabilirlik yerine birleştirilebilirlik

ele alındı. Bir nesneyi karmaşık tasarımlarla bölümlenmek, aynı zamanda uygulanabilir bir birbirine geçme konfigürasyonu bulmak zor olabilir. Bu nedenle algoritma, “mümkün olduğunca birleştirilebilir-bölümleme” sağlamak için tasarlandı.

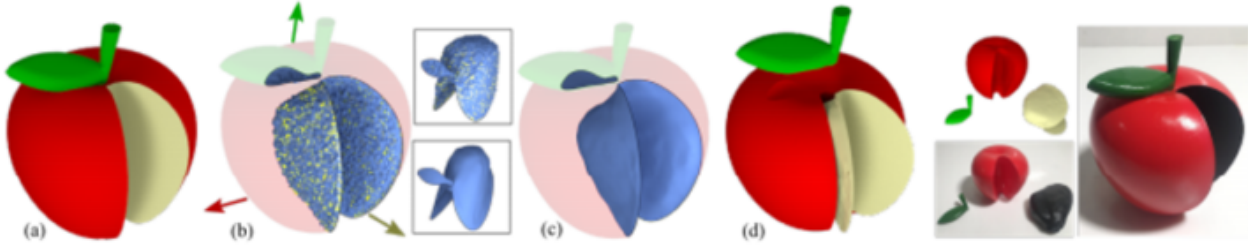


Fig. 7. As-assemblable-as-possible partition: (a) input object; (b) initial directions and mesh partition interfaces (alternative view in top inset); (c) partition with optimized interfaces (alternative view in bottom inset); (d) final parts and printed object. Where mesh partition interfaces are shown, blue represents triangles that are extractable, and yellow represents triangles that are not extractable.

Bu tasarım bir nesnenin şeklinin, mümkün olan en iyi kesimin nereye yerleştirileceğini seçmek için bir dizi öncelikli birbirine geçme konumu aracılığıyla analiz ediliyor.

Algoritma, yalnızca tasarlanan tüm parçalar çıkarılabilir olduğunda bir çözüme ulaşıyor.

- Yön Başlatma – İki parça arasındaki en iyi çıkarma yönünü değerlendirir (genellikle kullanıcı birkaç olasılık arasından seçim yapabilir).
- Ayrı Bölümleme – Çıkarmanın mümkün olduğu ve yapının daha sağlam olduğu noktalara öncelik verir.
- Arayüz Optimizasyonu – Tüm uygun parçalar için arayüz çıkarılabilirliğini zorlar ve üretimi daha kolay parçalar üretmek için bu arayüzleri pürüzsüzleştirir.

Bu yazıda elde edilen sonuçlar, bu yöntemin hem basit hem de karmaşık tasarımlar için çalışabileceğini ve çıkarılabilir bölümlenmenin on dakika içinde gerçekleştirilebileceğini gösteriyor. Öte yandan araştırmacılar, bu sonuçların tek bir materyalden elde edildiğini ve diğer materyallerin daha az etkileyici sonuçlar verebileceğini kabul ediyor. Ayrıca, bu deneyler, tasarımın sağlamlığı ile doğruluğunu değiş tokuş etti. Daha iyi sonuçlar, daha uzun bir hesaplama süresi gerektiriyor. Bölümleme konsepti, kullanıcılara sınırlı 3D yazıcı boyutuyla büyük ölçekli ürünlerin nasıl yazdırılacağı konusunda bir seçenek sunuyor. Kullanıcılar elle bölümlemeye

devam etmek yerinde yakında otomatik bölümleme yazılımını kullanabilecek.

Kaynak: [raise3d](#)

3D Model Bölümleri Nasıl Optimize Edilir?

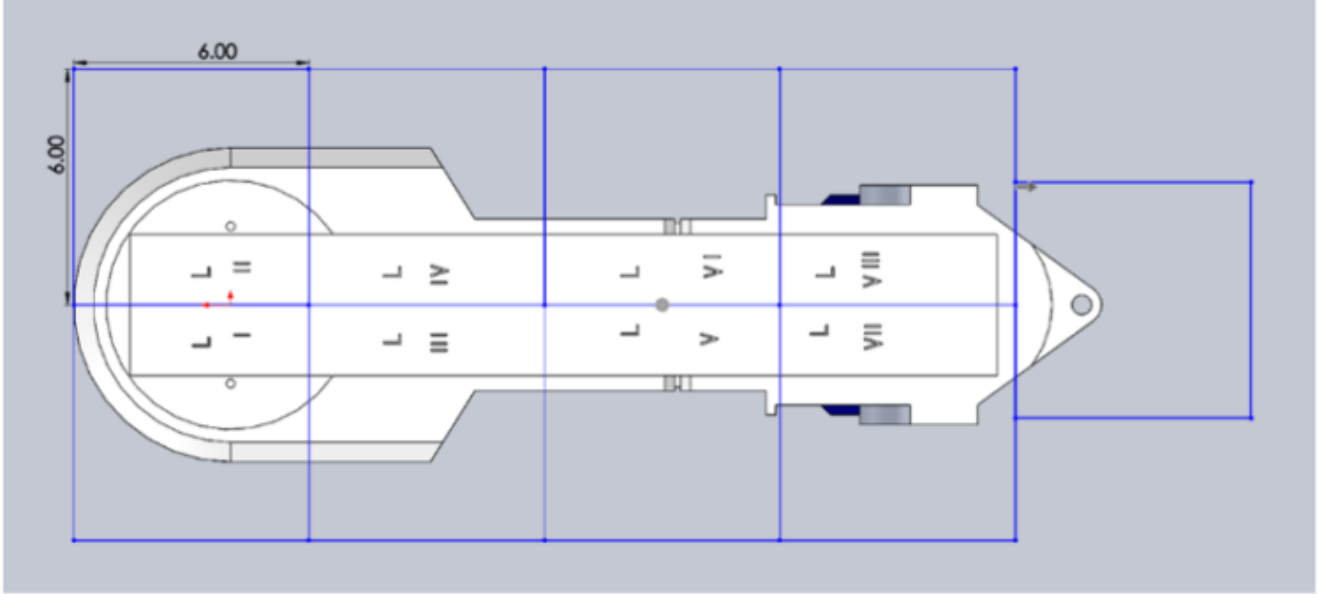
3D baskı teknolojisi daha kullanışlı ve ucuz bir hale geldikçe [prototipleme](#), üretim ve diğer alanlarda kullanımı artıyor. Bununla birlikte büyük nesneleri yazdırmak için yazdırma nesneleri, 3D yazıcıların yazdırma alanı ile sınırlı kalıyor. Bu sorunu çözmek için büyük 3D modeli en uygun şekilde ayırabilir ve ayrı parçaları yazdırdıktan sonra bölümleri birleştirebiliriz.

3D model bölümlerinin optimizasyonu için ilk tasarım aşaması, 3D üretilen nesnelerin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Eklemeli üretim (AM) ile geleneksel üretim süreci tersine çevrilir. Nesneler, geleneksel 'çıkarma' yöntemleri yerine malzeme katman katman 'eklenerek' oluşturulur. Bu, yazıcıya yüklenen dilimlenmiş dosyaların tam olarak tasarımcının amaçladığı gibi olması gerektiği anlamına gelir. Aksi takdirde, baskı başarısız olabilir veya tasarımcının istediğini tam olarak yansıtmayabilir. Bu sorunlardan ilk tasarım aşamasında kaçınılmalıdır.

Büyük Baskıları Bölümleme

Böyle yüksek bir tasarım standardı kaçınılmaz olarak birden fazla sorun yaratır. Bunlardan ilki baskıların boyutudur. FFF yazıcıların artan kalitesi, endüstriyel düzeyde sonuçları daha uygun maliyetli hale getirirse de küçük boyutları nihai baskının

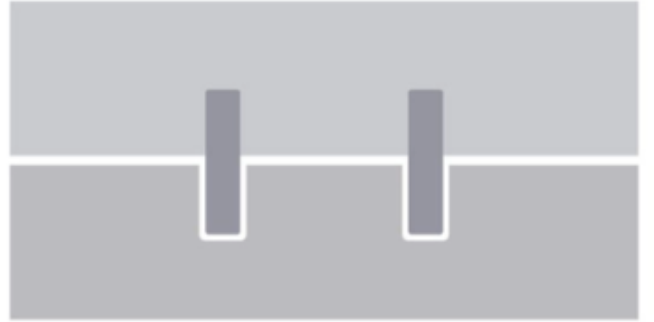
boyutlarını sınırlayabilir. Sorunun çözümü tasarım aşamasındadır. Baskının CAD kullanılarak bölümlere ayrılması ve her parçanın yazıcıdaki kullanılabilir alanı en üst düzeye çıkaracak şekilde bölünmesi gerekir.



✓ printed bump and groove



✓ hole and slot with metal pins



✓ lip or recessed area



✓ recess with glue



Bir 3D modelde düz kesimlerin nasıl görüneceğine ve bunların nasıl bağlanabileceğine dair bir örnek

Bölümleme Optimizasyonu

Bir nesnenin bölümlenmesi birçok yolla gerçekleştirilebilir. Bölümün optimizasyonunu başarılı kılmak için düşünülen ana hususlar şunlardır:

- Basılabilirlik- parçalar yazıcıya sığmalıdır.
- Birleştirilebilirlik- parçaları kolayca bir araya getirmek mümkün olmalıdır.
- Estetik- dikişler çıplak gözle görülmemeli ve nihai nesnenin doğal simetrisini takip etmelidir.

Akademisyenler, tasarımcının en iyi sonucu elde etme yeteneğini geliştirmeye yardımcı olacak algoritmalar geliştirmeye çalıştı. Bu konuyu ele alan son on yılda en çok bahsedilen çalışmalardan biri, Princeton Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri bölümünden Profesör Luo Linjie tarafından 2012 yılında geliştirilen 'Chopper' adlı otomatik segmentasyon sistemi oldu. Aşağıdaki resim, 'Chopper' algoritması kullanılarak bölümlenmiş bir nesneyi göstermektedir. Algoritmanın, nesnenin yazdırılabilirliğini ve montaj sırasını optimize etmeyi amaçlayan ek gereksinimleri vardır.



'Chopper' algoritması kullanılarak bölümlenmiş bir nesne

Algoritma, Binary Space Partitioning'e (BSP) dayanmaktadır. Bu, nesne analiz edilirken, bölümlere ayrılmadan önce karşılanması gereken bir dizi koşul ile değerlendirileceği anlamına gelir. 0 baskı için 'optimum' bir değere ulaşana kadar nesneyi değerlendirmeye ve parçaları bölmeye devam edecektir. Bu koşullar, otomatik veya kullanıcı tarafından ayarlanabilen, algoritma tarafından keşfedilen bir dizi hedeflerdir. Bunlar şunları içerir:

- Birkaç parça – nesneyi tamamlamak için mümkün olan en az baskı sayısının tahmini.
- Bağlayıcı fizibilitesi – bağlayıcı yerleşiminin potansiyel kalitesinin ve sonuçta ortaya çıkan nesne sağlamlığının en üst düzeyde elde edilmesi.
- Yapısal sağlamlık – nesnenin yüksek gerilimli alanlarında kesiklerden kaçınılması.
- Kırılabilirlik – estetik için kullanıcının istemediği alanlarda kesiklerden kaçınılması ve simetrik kesimlerin teşvik edilmesi.

Daha Küçük Baskıları Bölümleme

Tasarım sorunları sadece boyutla sınırlı değildir. İçi boş veya düzensiz şekilli baskılar gibi karmaşık tasarımlar geçici destek yapıları kullanılarak basılabilir. Bu başlı başına bir sınır değildir ancak destek yapıları ek malzeme maliyeti, daha uzun baskı süreleri ve nihayetinde daha fazla işlem süresi gerektirir. Bölümleme, desteklerin kullanılmasından kaynaklanan olumsuzluklardan kaçınmanın etkili bir yolu olabilir.

Dijital bölümleme algoritmaları özellikle tek nesneler için kullanışlıdır. Bu, özellikle her bölüm farklı bir yüzey malzemesine sahip olduğunda ve her parçanın montajının kolay olması gerektiğinde geçerlidir. 'Surface2Volume', Chrystiano Araujo'nun 2019 tarihli bir makalesinde sunulan bir algoritmadır. Çok malzemeli, çok renkli baskılar kullanılarak test edilen algoritma, yazdırılabilirlik yerine

birleştirilebilirliği ele alır. Karmaşık tasarımlara sahip bir nesneyi bölmek, yine de uygun bir kenetleme konfigürasyonu bulmak zor olabilir. Bu nedenle algoritma, makalenin “mümkün olduğunca birleştirilebilir-bölümleme” dediği şeyi bulmak için tasarlanmıştır.

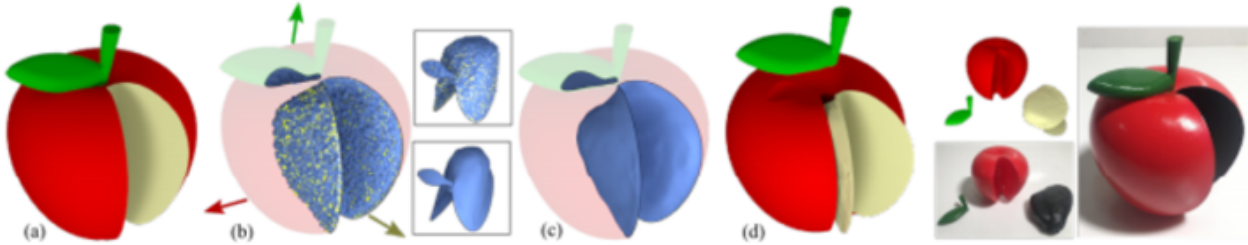


Fig. 7. As-assemblable-as-possible partition: (a) input object; (b) initial directions and mesh partition interfaces (alternative view in top inset); (c) partition with optimized interfaces (alternative view in bottom inset); (d) final parts and printed object. Where mesh partition interfaces are shown, blue represents triangles that are extractable, and yellow represents triangles that are not extractable.

Mümkün olduğunca birleştirilebilir-bölümleme örneği

Bu, bir nesnenin şeklinin, mümkün olan en iyi kesimin nereye yerleştirileceğini seçmek için bir dizi öncelikli kilitleme konumu aracılığıyla analiz edildiği anlamına gelir:

- Yön Başlatma – İki parça arasındaki en iyi çıkarma yönünü değerlendirir.
- Ayrık Bölümleme – Çıkarmanın mümkün olduğu ve yapının daha sağlam olduğu noktalara öncelik verir.
- Arayüz Optimizasyonu – Tüm uygulanabilir parçalar için arayüz çıkarılabilirliğini zorlar ve üretimi daha kolay parçalar üretmek için bu arayüzleri pürüzsüzleştirir.

Algoritma, yalnızca tasarlanan tüm parçalar çıkarılabilir olduğunda bir çözüme ulaşıyor

Elde edilen sonuçlar, bu yöntemin on dakika içinde elde edilen çıkarılabilir bölümleme ile hem basit hem de karmaşık tasarımlar için çalışabileceğini gösteriyor. Öte yandan araştırmacılar, bu sonuçların tek bir materyalden elde edildiğini ve diğer materyallerin daha az etkileyici sonuçlar sağlayabileceğini itiraf etti. Daha iyi sonuçlar için daha

uzun bir hesaplama süresi gerekiyor. Bölümleme konsepti, kullanıcılara sınırlı 3D yazıcı boyutuyla büyük ölçekli ürünlerin nasıl yazdırılacağı konusunda uygun bir konsept sağlıyor. Ancak otomatik bölümleme yazılımı daha da gelişene kadar kullanıcılar bir süre daha elle bölümlemeye devam etmek zorunda kalacaklar.

Kaynak: [raise3d](#)