

# **Tıp Alanında Raise3D Yazıcı: MRI Bakımı**

MRI, yani Türkçe karşılığıyla Manyetik Rezonans görüntüleme hastanelerde sıkça başvuru alan ve doktorların kesin saptamalar yapabilmesine yardımcı olabilecek en modern tanı yöntemidir. Bilgisayarlı tomografi ve radyografi ile karşılaştırıldığında MRI çok daha güvenilir sonuçlar verir fakat bunun karşılığında hem cihaz hem de yardımcı alet maliyetleri oldukça yüksektir.

MRI / CT ve X-Ray ekipmanlarının satışını ve bakımını yapan, «MRT-Service» şirketinden Vitaly M., bu süreçlerde 3D baskıdan aktif olarak yararlanıyor. Şimdi 3D baskının MRI satışı ve bakımında nasıl yardımcı olabileceğini kendisinden dinleyelim.

## **3D yazıcılar kompleks tıbbi ekipmanların (MRI, CT vb.) yer aldığı hizmet sektöründe nasıl kullanılıyor?**

Manyetik rezonans görüntüleme makinelerine bakım yaparken, belirli sorunları çözmek pahalı cihazlar gerektirir. Örnek vermek gerekirse, pullama/şimleme işlemi düzgün bir manyetik alan elde etmek için gerekli bir hamledir. “Şim-aracı”/”Shim-device” isimli bir ürün bu aşamada kullanılıyor ve tıbbi ekipman olarak sınıflandırılmamasına rağmen oldukça pahalı bir araç. Yalnızca birkaç özel parti şeklinde üretilen aracı satın almak, çoğu cihaz tamircisi ve üreticisi için imkânsız.

Fakat 3D baskı, şim-aracı gibi imkansızları var etmek için var! 3D modelleme ve 3D baskı teknolojileri el ele verdiğinde, aynı cihazı veya en azından bir prototipini oluşturmak için bir şans yaratıyor.

**MRI’da yararlanan bir diğer 3D baskı uygulaması ise radyo parazitini algılamak için geliştirilen**

## antenler.

Elektronik aksam cihazın içinde geleneksel yöntemler ile yer alır fakat cihazın dış kılıfı tamamen 3D baskı ile oluşturulur.



Radyo parazitini algılamak için geliştirilen cihazların dış kılıfı 3D baskı ile oluşturuluyor.

**Peki sağlık alanında büyük önem taşıyan MRI cihazlarında kullanılmak üzere 3D baskı ile oluşturulan bu parçalar üretilirken hangi filamentlerden yararlanılıyor?**

MRI makineleri bir manyetik alan altında çalışır, bu nedenle manyetik yapıda bozulmaya yol açabilecek çelik yapıların tek başına kullanılması imkansızdır. Bunu önlemek için baskıda sıkça plastik veya alüminyum kullanılır.

*Plastik konusunda önce Polymaker PLA kullandık , ardından ESUN'a geçtik. Mısırdan yapıldığı ve dolayısıyla çevre dostu olduğu için çoğunlukla PLA plastik kullanıyoruz.*

*ABS basıldığında koku yapar ancak dişli yapmak gerekirse yükü alan kısımlar ABS'den üretilmiştir. Antenler için ise deneyimlerden yola çıkarak prototipler oluşturmak için ideal*

*bir filament olarak PLA'yı kullanıyoruz. Çalışma masasına mükemmel yapışıyor ve daha kırılğan olduğu için daha rahat işleniyor ama bu sadece benim görüşüm, muhtemelen birileri bu özelliği eksi olarak değerlendirecektir. Yazıcılara ek olarak, alüminyum elemanlar ürettiğimiz bir 3D freze makinemiz de mevcut.*

*– Vitaly M.*

## **3D baskı ekipman kullanmak, MRI alanında nasıl artılar kazandırıyor?**

Vitaly M., başta pahalı bir hamle olsa da zaman içinde iş gücü ve süre üzerindeki etkisi göz önüne alındığında 3 boyutlu yazıcıların kendi maliyetlerini karşıladığını belirtiyor.

*Örneğin, radyo parazitini aramak için bir anten geliştirmemiz bir yılımızı aldı. Üstelik elektronik tarafında geçirilen 1-2 ayın yanı sıra görünüm, tasarım ve form açısından nihai sonucu almamız bu bir yılı oluşturdu. Elbette bunun her gün üzerinde çalışılan bir şey olmadığını, her şeyin adım adım yapıldığını göz önünde bulundurmalısınız. 3 boyutlu baskı kullanmaya karar verdiğimizde ilk olarak SOLIDWORKS'te sıfırdan bir model geliştirdik. Ardından Raise3D Pro2'de bir prototip yazdırdık Sonra bir tane daha, bir tane daha, bir tane daha...*

*Prototipleme süreci her şekilde uzun sürüyor, son versiyona gelene kadar 10-15 civarında ara versiyonumuz oluşturmamız gerekiyor. Gerekli pürüzlülüğü elde etmek, aletin elinize tam oturduğundan ve kullanımın rahat olduğundan emin olmak, şekli optimize etmek vb. için çok sayıda prototip üretmemiz gerektiği bir gerçek. 3D baskı teknolojisi, bunu oldukça hızlı ve düşük bir fiyata yapmamızı sağlayan tek şey! Eğer bu prototipleri özgür üretim imkânı ile kendimiz üretmeseydik, süreç birkaç yıla kadar uzayacaktı.*

*-Vitaly M.*

## **MRI özelinde 3D baskı ve alternatif üretim biçimlerinin karşılaştırılması**

Üretim sürecine 3D baskı dahil edilmeden önce, modellemelerde epoksi reçine ve fiberglastan, prototiplerinde ise bazen kağıt hamurundan yararlanılırdı. Bu çalışmaların temeli manuel olduğundan, oldukça düşük bir tekrarlanabilirlik sunuyor.

Rusya'da bu konuda çalışacak yetkin birilerinin bulunmaması ise cabası. Vitaly M. tedarik etmeyi düşündükleri ürünleri üretecek kişiler bulmanın imkânsıza yakın olduğunu belirtiyor. Bu imkânsızlığı yaratan ana etkenler ise üretimin çok uzun sürmesi veya çok maliyetli olması. Belki ikisi de.

## **MRI özelinde 3D baskının artılarına ve eksilerine son bir bakış**

3D baskının muazzam avantajları vardır. Nihai prototipi zaten geliştirip test ettiyseniz, daha sonra hiçbir şey yapmanıza gerek yoktur, ideal yüzey kalitesine sahip endüstriyel bir yazıcıda yazdırmak için STL dosyasını göndermeniz yeterlidir. Artık hayallerinizin ürününe bir adım daha yakınsınız!

FDM baskının dezavantajı ise 0,1 mm'lik bir katman kalınlığının bile son ürünleri basmayı pek mümkün kılmamasıdır.

*Ve elbette yazıcı, projektör veya çocuk oyun konsolu için bir braket basmaktan, kıyma makinesi veya diğer cihazlar için oluşturulacak dişlilere kadar üretimde oldukça zaman kazandırır. Bu durum bulunması imkânsız olan veya çok pahalıya mal olacak her şey için geçerlidir. Oturuyorum, yarım saat çiziyorum ve daha sonra basıyorum. Nihai ürün şimdiden elimde.*

*Çok baskı oluşturduğum için, ihtiyacım olan her şeyi 3D yazıcıda çizip üretmek benim için her şeyden daha kolay. 3D baskı, benim için her zaman dışarı çıkıp arama yapmaktan ve benzine para harcamaktan çok daha hızlı bir alternatif*

olacak.

-Vitaly M.

Kaynak: [Raise3D](#)

---

# CIM UPC ve BCN3D'nin 3D Baskı Üretim Serüveni

Daima yeni teknolojilerin arayışı içinde olan, eklemeli imalat alanında uzman CIM UPC, son kullanım uygulamalarının üretim sürecinde radikal bir dönüşüme başvurdu. BCN3D yazıcılardan ve [Smart Cabinet](#)'ten (Akıllı Kabin) oluşan küçük bir baskı çiftliği, hem düşük hacimli toplu üretim hem de büyük parçalar için en iyi seçenek olduğunu kanıtladı.

**BCN3D Technologies'in doğduğu yer olarak nitelendirilen CIM UPC, uzun yıllardır temel amacı eklemeli imalatı her yere yaymak olan Ar-Ge çalışmaları yürütüyor.**

Esas müşteri tabanını KOBİ ve yeni işletmeler üzerine kuran şirket, ihtiyaç duyulan parçalar için en iyi teknolojiyi analiz ettikten sonra ya parçaları kendi tesislerinde üretiyor ya da söz konusu şirketin teknolojiyi benimseyerek çözüm üretmesine yardımcı oluyor. Başlıca ortak kaygıları **işlevsellik, kalite, maliyet ve teslimat süresi** olan şirketler **prototipleme, alet ve yedek parçalardan tam üretime kadar tüm tedarik zincirleri boyunca** 3D baskının faydalarını kendileri gözlemleme imkânına sahip oluyor.

## **FFF teknolojisi ise endüstriyel eklemeli imalat üretim makinelerine eşsiz bir alternatif getirdi.**

Bir malzemedен diğerine geçmenin zor olduğu, oldukça karmaşık olan geleneksel üretim süreçlerinin aksine FFF, CIM UPC'ye çok çeşitli termoplastikler ile baskıyı değerli kılmak için tüm platformu doldurmaya gerek kalmadan üretim yapma esnekliği de tanıyor.

### **Masaüstü 3D yazıcılar ile:**



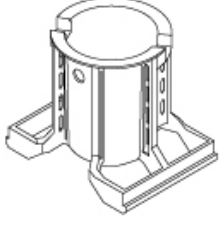
- Parçalar 48 saatten daha kısa bir sürede üretilebilir.
- Diğer üretim yöntemlerine kıyasla daha düşük parça başı maliyet elde edilebilir.
- [Epsilon W27](#) ve [W50](#) yazıcılar, büyük baskı işleri için yeterli derecede büyük bir baskı hacmi sağlar.
- Enjeksiyon kalıplamada kullanılanlara eş değer malzemeler kullanılabilir.
- PA12 kurulumundan PP kurulumuna geçmesi için 2 gün gereken SLS makinesinin aksine, çeşitli uygulamalar ve müşteriler için çalışan farklı püskürtme ucu boyutlarına ve malzemelerine sahip farklı yazıcı konfigürasyonlarından yararlanılabilir.

## **Peki BCN3D Smart Cabinet (Akıllı Kabin) nedir ve üretim sürecinde nasıl bir fark yaratıyor?**

Smart Cabinet'in görevi, her şeyden önce tüm malzemeleri her zaman optimum nem seviyesinde tutmaktır. Bu sayede nemden kaynaklı bozunmalar ve zararlar önlenir. Bu sayede CIM UPC'nin üretim süreçlerinde kullandığı teknik malzemelerin zarar görmesi önleniyor.

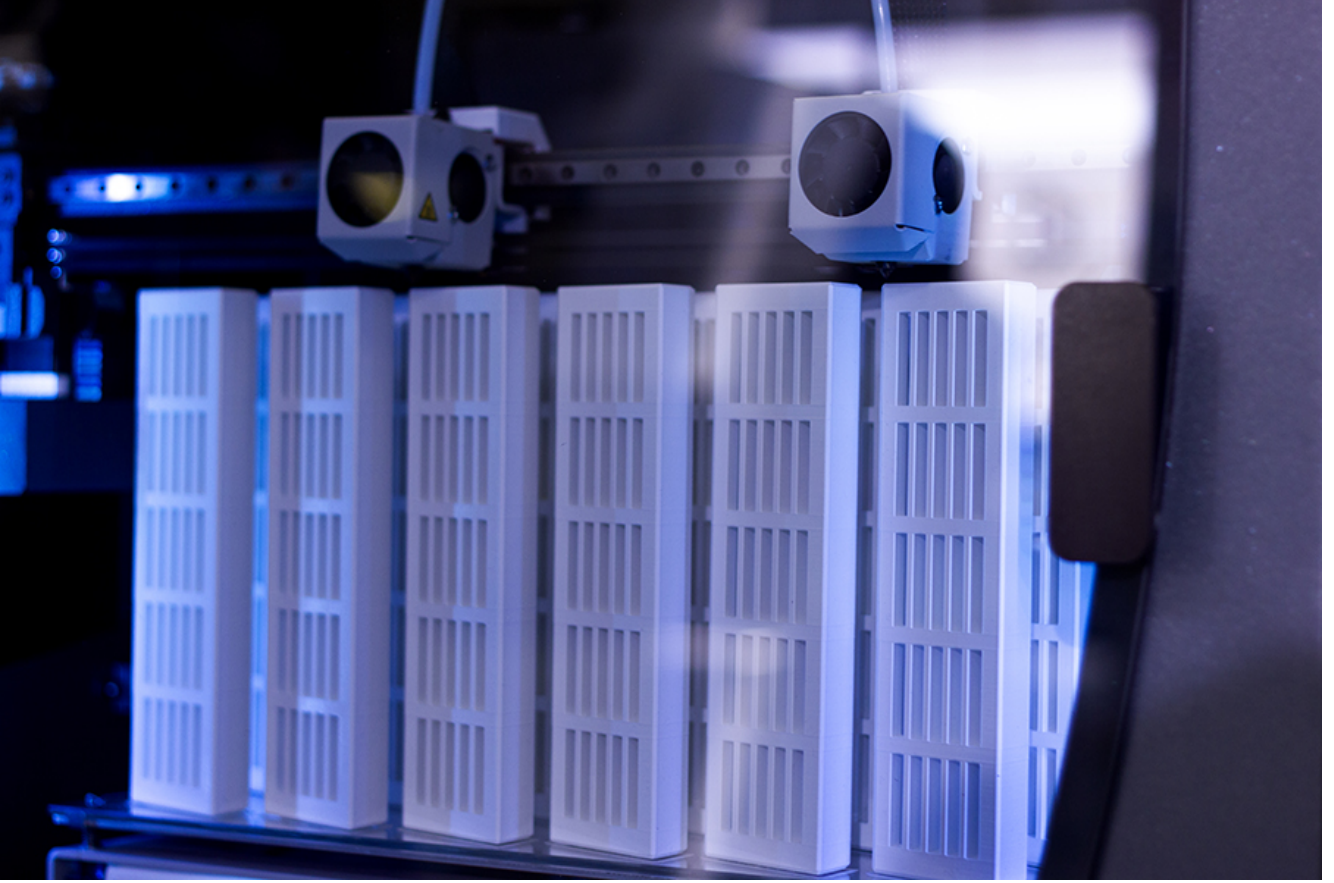
## **Eklemeli imalatın farkını ortaya koyacak 3 farklı parça**

CIM UPC'nin kendi baskı çiftlikleriyle ürettiği çeşitli şirketler için belirli parça örneklerine bir göz atalım:

Ventilation grill	Intake manifold	Watertight tank
		
Rail transport industry part with an important infrastructure	End-use piece for the automotive industry	Final part for the pharmaceutical industry

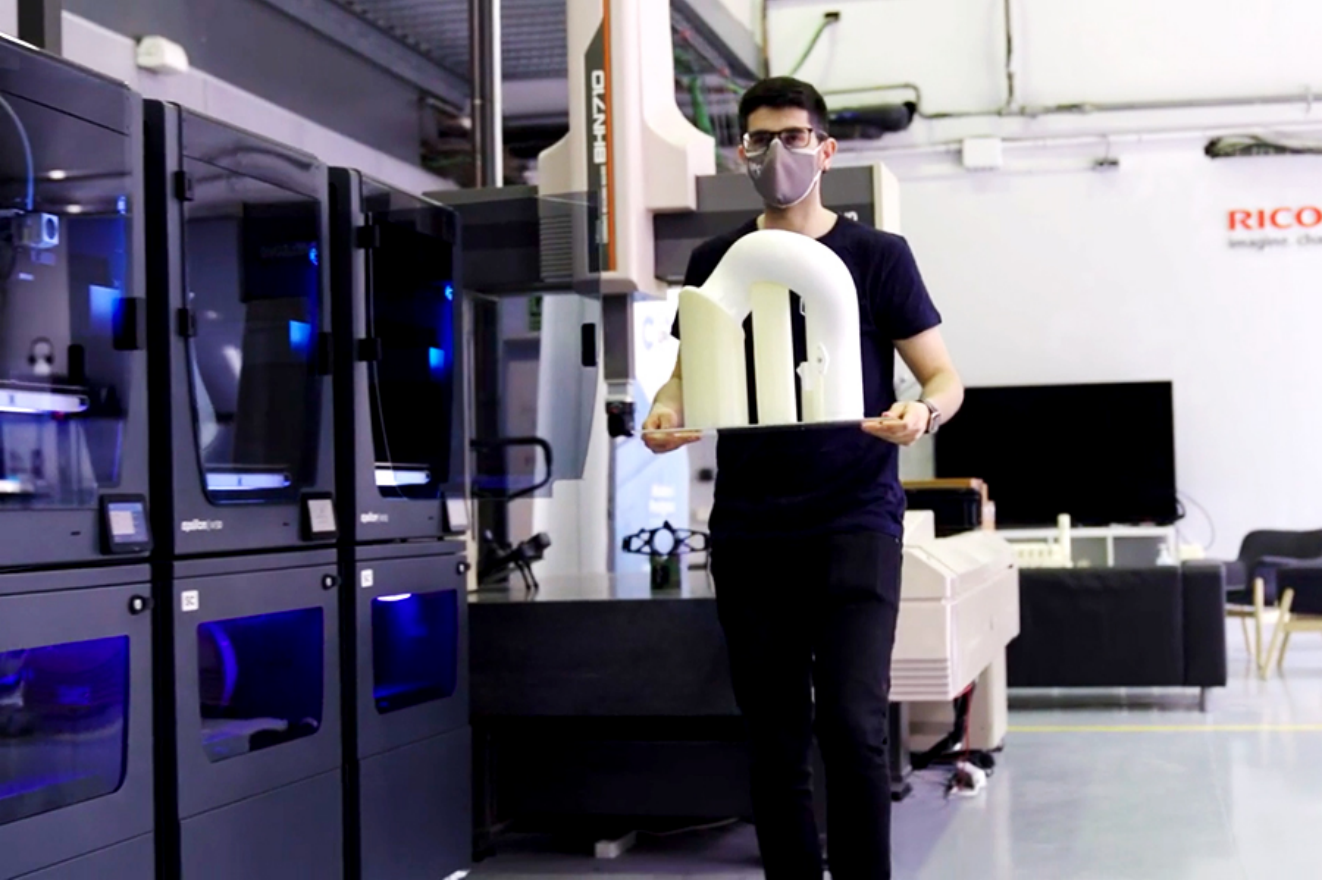
*Soldan sağa: 1. Havalandırma kafesi: Önemli bir altyapıya sahip demiryolu taşımacılığı sektörü parçası 2. Emme manifoldu: Otomotiv endüstrisi için bir nihai kullanım parçası 3. Su sızdırmaz tank: İlaç endüstrisi için son parça*

İlk görselde yer alan havalandırma kafesi, başta enjeksiyon kalıplama ile üretiliyordu. Bu da, enjeksiyon kalıplama makinesinin yanı sıra parçanın kalıbının bulundurulmasını da zorunlu kılarak üretici için bir altyapı zorunluluğunu şart koşuyordu. Yılda sadece birkaç tane üretilen parçalar için bu durum şirketleri epey zorluyordu. Sonuç olarak, CIM UPC parçayı tarayarak ve 3D basarak süreci tamamen dijitalleştirmelerini önerdi ve **ilk 50 ünite beklenen sürenin yarısında teslim edildi.**



### *3D yazıcı ile üretilen havalandırma kafesleri*

Bir üniversite otomobil yarışmasına katılmak için tasarlanan ve nihai kullanım parçası olan bu **emme manifoldu**, SLS işlemeden elde edilen mekanik özelliklerinden hiçbir şey kaybetmeden FFF teknolojisinde üretilebilir.



*3D yazıcı ile üretilen emme manifoldu*

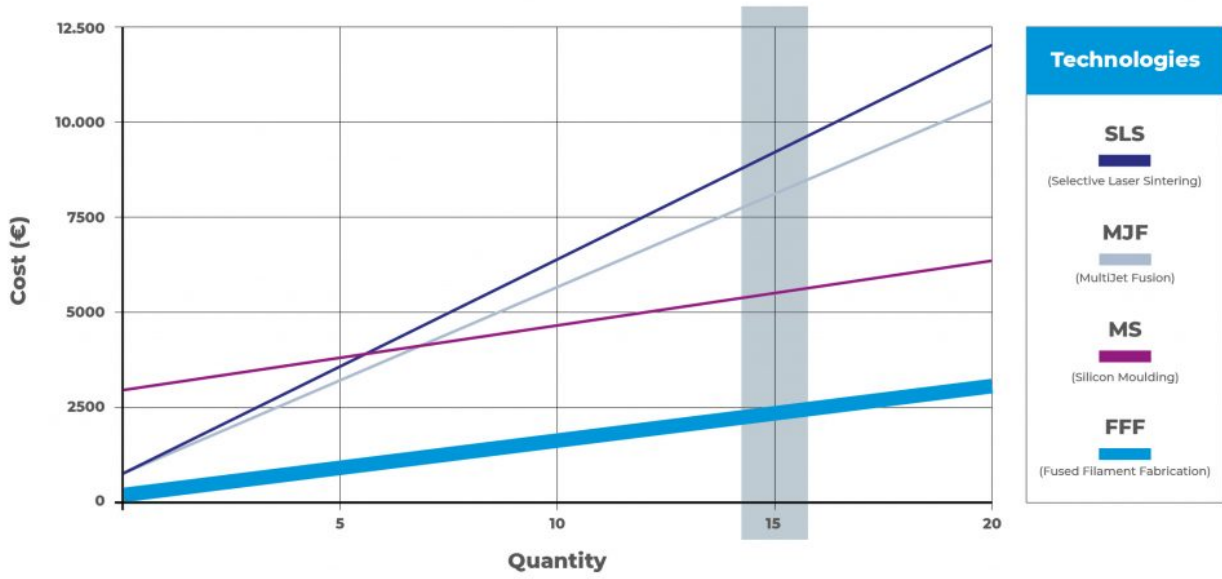


*Bu görselde ise ilaç sektörü için makine tasarlayan ve üreten bir firmanın talep ettiği su sızdırmaz tank yer alıyor. Söz*

*konusu su sızdırmaz tanktan 15 birim üretmek için kolları sıvayan CIM UPC, 3D baskıdan yararlandı.*

**Tüm bu üretim süreçlerinde FFF teknolojisinin, incelenen diğer teknolojilere kıyasla 3-8 bin Euro'ya kadar tasarruf etmeyi sağladığı saptandı.**

#### COMPARISON OF DIFFERENT TECHNOLOGIES



*Sağ sütunda yukarıdan aşağı yer alan SLS, MFJ, MS ve FFF teknolojilerinin maliyet karşılaştırması*

Havalandırma kafesi, emme manifoldu ve su sızdırmaz tank, CIM UPC'nin BCN3D baskı çiftliği ile elde ettiği geniş başarı yelpazesinin sadece birkaç örneği. 3D baskının eşsiz imkânlarını arkasına alarak harikalar yaratan baskı çiftliği, CIM UPC'nin tüm sektörlerdeki müşteri tabanının çok yönlü ihtiyaçlarını karşılamaya devam ediyor.

Ayrıca yazımızda sık sık sözünü ettiğimiz Smart Cabinet'in önemini kavramak adına, [nemin etkileri üzerine yazılmış teknik inceleme yazısını](#) okuyabilirsiniz.

Kaynak: [BCN3D](#)

# GTA 5 Haritası 3D Baskı İle Oluşturuldu

3D baskı demokratik üretim özgürlüğüdür dedik, kişiselleştirilmiş üründür dedik, hızlı ve kaliteli imalattır dedik... Bunları derken bir gün birinin çıkıp GTA 5 haritasını basabileceğini hayal edemedik. Fakat bugün, bu gerçek oldu!



*Tasarımcı Dom Riccobene tarafından basılan GTA 5 haritası, sanal dünyada yer alan her şeyin birebir modellenmiş halini içeriyor.*

Tasarımcı Don Riccobene'in muntazam çalışmaları sayesinde tüm GTA 5 haritası çarpıcı bir 3D baskıya dönüştürüldü. Instagram üzerinden sürece dair bilgilendirmeler paylaşan Riccobene, birkaç gün önce de Twitter'da montaj ve 3D baskı sürecine dair paylaşımlarda bulundu.

*Map of San Andreas for [#FanArtFriday#GTA5](#) [#GTAOnline](#)*

[#3dprinting pic.twitter.com/FdUfoquyvF](https://twitter.com/FdUfoquyvF)

– Dom Riccobene (@DomRiccobene) [August 6, 2021](#)

**Daha önce birçok tasarım üzerine çalışan Riccobene, GTA 5 haritasının en ilgi gören işi olsa da asıl amacı olmadığını söylüyor.**

*Yani aslında ilk önce bunu modelledim. Ancak beklemeye karar verdim çünkü asıl planım olan RDR2'deki topografya, hepsini bir kerede gördüğünüzde olağanüstü. Direkt olarak gerçek dünya yükseklik verilerine benziyor. Bu yüzden, RDR2'nin hakkını verebilmem için önce GTA 5 ile iş akışındaki karışıklıkları çözmek istedim.*

– Tasarımcı Don Riccobene

Riccobene, GTA 5 haritasını modellemeye karar verdikten sonra yeni bir zorluk onu bekliyordu: Oyun içi topografik verileri toplamanın bir yolunu bulmak! Bunu sağlayabilmek için esasen oyunda ilerleme, hareketi hızlandırmak ve normalde sınırsız alanlara erişmek için bir tanrı modu analogu kullanarak bir kısayol tuşuyla eşlenmiş bir veri toplama komut dosyası çalıştırma yolundan gitmeye karar verdi.

Tüm bu taramanın sonucu yaklaşık 500 milyon bireysel veri noktası elde etmek oldu. Bu ham verileri daha pratik hale getirmek için Riccobene, uygulanabilir enlem, boylam ve yükseklik parametreleri oluşturmak için Dünya'da GPS koordinatları olarak eşledi. Tasarımcı bu hamleyi, "Oyun dünyasının tam bir temsilini oluşturabilmemin tek yolu buydu," diyerek detaylandırıyor.

**Söz konusu 3D baskı olduğunda modelleme aşaması**

ile hiçbir şey bitmiyor. Riccobene'in elde etmek istediği karoların her birinin baskı süresi, içerdiği yükselti ve renk değişimine göre 1.5 ila 12 saat arasında değişkenlik gösteriyordu.

Haritanın son baskısı 125 saat civarında sürdü. Yanına 300 saatlik modelleme, veri elde etme gibi hayati süreçleri de eklersek yapılan işin ne kadar detaylı ve meşakkatli olduğunu bir kez daha gözler önüne sermiş oluyoruz.

GTA hayranları tarafından oldukça ilgi gören tasarımını bitiren Riccobene şimdi bir sonraki aşama ve temel hedefi olan Red Dead Redemption 2'ye odaklanacak. Her kayanın ve her ağacın tek tek modellenmesini içeren bu zorlu baskıda kendisine bol şans diliyoruz! Peki sizce Riccobene'in bir sonraki baskısı hangi kurgu dünya üzerine olmalı?

Kaynak: [gamesradar+](http://gamesradar+)

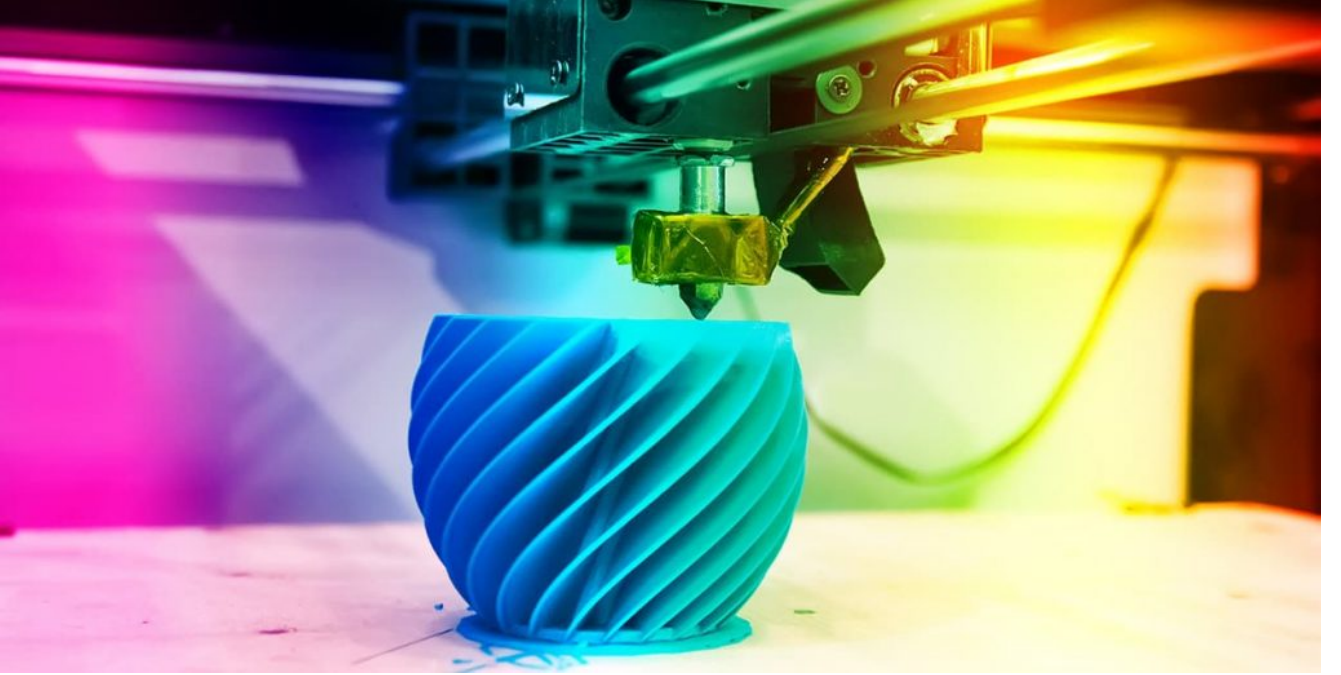
---

## **Maliyet Savaşları: 3D Baskı Mı Daha Kârlı, Satın Almak Mı?**

*Basmak ya da basmamak... İşte tüm mesele bu!*

Üretim yaparken veya herhangi bir anda pek çok parçaya ihtiyaç duyabiliyoruz. Bu noktada çoğu üretici için şöyle bir ikilem başlıyor: Bu parçayı 3D yazıcı ile basmalı mıyım, yoksa hazır halini satın mı almalıyım? Hatta bu soruyu dürüstçe açarsak 3D baskı bir parça mı daha ucuza gelir yoksa hazır satın alınmış bir parça mı?

Günümüzde 3D baskı, yaşadığı tüm gelişmelere rağmen satın alma alışkanlıklarımızı değiştirmekten çok uzan bir noktada. Fakat [sunduğu](#) demokratik üretim, hızlı reaksiyon alabilme ve özelleştirilmiş ürün yelpazesi ile 3D baskı geleceğin en önemli imkânlardan biri olarak karşımıza geliyor. Elbette ki 3D baskıyı canı gönülden savunmak isteriz fakat bir parçayı 3D basmak veya satın almak arasındaki kararı verirken göz önünde bulundurmanız gereken faktörlerden bahsetmeden de geçemeyiz.



*Diş tedavisinde kullanılan ekipmanlar gibi ince detay ve hassas doku isteyen parçalar için 3D baskı çok daha verimli bir seçenektir.*

**3D baskı ve satın alma arasında tercih yaparken şunları göz önünde bulundurmalısınız: Parçayı oluşturmak için yeterli ekipmanınız var mı? Ne kadar zaman harcamak istiyorsunuz? Hani malzemelerden yararlanacaksınız? Kaliteyi ne kadar önemsiyorsunuz? Belirli tasarım öğeleri ve faktörler kararınızı etkiliyor mu?**

## **Malzeme ve Kalite**

Ürünün malzeme ve kalite dengesi oldukça önemli bir etkidir.

Filamentin maliyeti genellikle satın alacağınız parçadan daha düşük olur. Fakat nihai ürünün kalitesini ve ihtiyaçlarınızı karşılayıp karşılamadığını da göz önünde bulundurmalısınız. 3D baskı ürünler genellikle plastikten yapılıdır. Peki plastik sizin için uygun malzeme mi? Eğer değilse, metal veya geliştirilmiş plastik gibi baskı ürünlerine yatırım yapmak ister misiniz? Bahsi geçen malzemeler, yüksek dayanıklılık gibi birçok ekstra özellik sağlayabilir.



*Farklı katman yükseklikleri ile oluşturulmuş baskılar*

Örneğin, Markforged tarafından Onyx filament ile basılan parçalar standart 3D baskı malzemelere göre hem daha sağlam hem de ısıya daha dayanıklıdır. Onyx gibi kaliteli bir malzemeyle baskı almak gereksiz maliyetli olabilir.

Ya da kalem kapağı gibi düşük kaliteli plastikten yapılan iç aksam ürünleri oldukça ucuza mal edilir, bu nedenle 3D baskı ile üretmeniz için efora ve maliyete değmeyebilir.

## **Tasarım**

*İstediğiniz standart bir ürün mü, yoksa benzersiz bir nesne mi?*

Salonunuzda sergilemek için belirli boyut ve şekillerde benzersiz objeler oluşturmak istiyorsanız 3D baskı, satın alınabilir bir parçadan çok daha fazla kişiselleştirme imkânı

sunar. Bu sayede tamamen kendi zevkinize göre bir parçayı ucuz bir maliyetle elde edebilirsiniz.



*3D baskı ile üretilmiş bir Yoda diş macunu başlığı*

İstenilen parça yeterince basit ise [Tinkercad](#) ve [Fusion 360](#) gibi bilgisayar destekli tasarım programlarında kendiniz bile tasarlayabilirsiniz. Ya da istediğiniz tasarımı elde etmekte zorlanıyorsanız yani kendi nesnelerinizi modelleme uzmanlığına sahip değilseniz bir tasarımcıdan yardım alabilirsiniz. Not: Muhtemelen 3D baskı ile kâr etmek için bir tasarımcı tutmak, orijinal parçayı veya tasarımını satın almaktan daha pahalıya denk gelir fakat yine de siz bilirsiniz...

## **Mevcut Ekipman**

*Bizim iktidarımızda herkes bir 3D yazıcı sahibi olacak!*

3D baskı ve satın alma arasında karar verirken ekipman yeterliliğinizi de göz önünde bulundurmanız gerekir. Bu noktada tabii ki de en temel eleman 3D yazıcıdır. Baskıda kullanılan filamentler genellikle çok maliyetli değildir ve

makaralar oldukça uzun süre dayanır. Fakat 3D yazıcı satın almanın maliyetini denkleme için uzun bir süre 3D baskı ürün oluşturmanız gerekebilir.



*Ne yazık ki böyle bir şey yasal değil. Görsel tamamen temsilidir, evde denemeyiniz.*

[Büyük şirketler](#) bazında düşündüğümüzde etkiyi görmek çok daha kolaydır. Örneğin otomotiv endüstrisini ele alalım. 3D baskı ekipmanının maliyeti, dışarıdan temin edilen parçaları satın alan ve depolayan şirketlerin toplam maliyetine kıyasla göz ardı edilebilir düzeydedir. Dolayısıyla belirli parçaların 3D baskı ile üretilmesi, uzun vadede maliyet düşüşlerine yol açacaktır.

## **Zaman ve Para**

*Vakit nakittir.*

Ucuza satın alabileceğiniz bir parçanın çok vaktinizi

almadığından emin olun. Zaman yatırımınızı hesaplarken, bir modeli tasarlamak veya değiştirmek için harcadığınız zamanı ve işlem sonrası süreyi dahil etmeyi unutmamalısınız.

Herhangi bir ürünü kendiniz üretmek yerine internetten satın almanın en büyük avantajı zamandan tasarruf etmektir. Neden internet üzerinden veya yakınlardaki bir mağazadan ucuza satın alabileceğimiz bir parçayı üretmek için zaman ve efor harcayalım?



Cevap veriyoruz: Kişiselleştirilmiş üretim imkânı, çoğu durumda zamandan ve maliyetten *tasarruf*, *atık malzemeleri ve gereksiz üretim süreçlerini aradan çıkarma fırsatı*... *Daha devam edelim mi?*

Harcamalarınıza çok dikkat ediyorsanız veya sadece tasarım ve baskı sürecinden keyif alıyorsanız ve zaman kaybı olduğunu düşünmüyorsanız, 3D baskı genellikle daha iyi bir seçenek olabilir. Bahsettiğimiz gibi, malzemelerin gerçek maliyeti düşüktür ve kişiselleştirilebilirliğin artıları, gereken ek zamandan daha ağır basabilir.

Son olarak, ilk denemede kusursuz baskı elde etmek çok zordur. Yani genellikle ilk baskılarınız kafanızdaki modele birebir

karşılık gelmeyecek, bu nedenle baskı sürecini göz önünde bulundururken bunu dahil etmeyi unutmayın.

Tüm maddeleri göz önüne aldığımızda en azından bir süre daha parça satın almanın 3D baskı ile üretim yapmaktan daha ağır bastığını söyleyebiliriz. Fakat her an su tersine dönebilir ve 3D baskı hak ettiği değeri kazanabilir, değil mi?

Kaynak: [ALL3DP](#)

---

## Tokyo Üniversitesi, Eğitimde 3D Yazıcı Kullanıyor

Pek çok sektörün üretim kolunda kullanımı giderek yaygınlaşan 3D yazıcılar, şimdi eğitim alanına dahil oluyor. Tokyo Üniversitesi, yenilikçi 3D baskı teknolojisini öğrenci ve profesörleriyle buluşturarak eğitimde inovasyonu bir adım öteye taşıdı.

Üniversitenin bu tarz bir atılım yapmasının başlıca sebebi öğrenciler, profesörler ve kurum içi faaliyette bulunan gruplar için üniversite laboratuvarlarını geliştirmek. Üniversite bünyesinde kolaylıkla 3D yazıcı erişimi sağlanabilecek bir ortam olmaması, herkesin kullanımına açık teferruatlı bir laboratuvar ihtiyacını artırıyor.

**Bu ihtiyacı en kısa zamanda karşılamak isteyen Tokyo Üniversitesi, Raise3D ile tanıştı.**

Raise3D'nin tanıtımında öğrenci grupları, 1950'den beri Japonya'da demiryolu oyuncakları üreten Plarail için tamamlayıcı parçaların araştırması ve üretimini gerçekleştirdi.

Her sürecin başında olduğu gibi, araştırma konusu belirlendikten sonra 3DCAD aracılığıyla veriler oluşturuldu. Baskı sırasında yapılan ince ayarlar da gerçekleştirildikten sonra, nihai ürün kağıt üstünde derlenecek veya bir şirkete satılacak.

## **Eğitim sürecinde 3D baskıdan yararlanmak üniversiteye ve öğrencilere ne gibi kazanımlar edindirdi?**

Tokyo Üniversitesi okula bir 3D yazıcı getirmeden önce, üretim süreçlerini kesme veya aletle şekillendirme yöntemleriyle yürütüyordu. 3D baskı teknolojisiyle tanıştıktan sonra, prototipleme maliyetlerinde çarpıcı bir düşüş gördüler. Ayrıca öğrencilerin ve kurum içinde yer alan herkesin 3D yazıcılarla kolayca iletişim kurabilecekleri bir ortam oluşturarak, herkesin yenilikçi teknolojilerden faydalanabilmesine imkân tanıdı.

Üretim süresi üç kat daha hızlanırken, işçilik için sarf edilen emek %50 azaldı ve maliyetlerden 100 dolar tasarruf edildi. Verimlilik arttı fakat bunu net olarak detaylandırmak zor çünkü her ürün farklı bir üretim sürecine sahip. En azından maket oluşturma gibi projelerle boğuşan öğrenciler için, prototipleme maliyetlerinin epey azaldığını söyleyebiliriz.

*Modelleme alanında, güler yüzlü ve gelişmiş destek sağlayan teknik personeliyle 3D yazıcıların araştırma ve eğitim için bir araç olarak kolayca benimsenmesini destekleyeceğiz. Ayrıca, Tokyo Üniversitesi'nde birçok araştırma alanındaki kullanıcı sayısını artırmayı ve eğitim ve araştırma düzeyini iyileştirmeyi umuyoruz.*

Kaynak: [Raise3D](#)

---

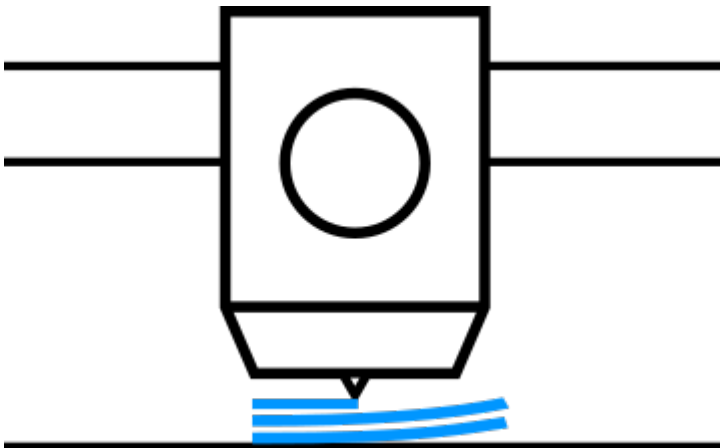
# REHBER: İlk Katman Sorunları Nasıl Giderilir?

3 boyutlu baskı ile nesne üretmek bir orkestranın uyumlu bir şekilde çalışmasına benzer. Yapısı gereği 3D baskı, her seferinde nesnenin bir katmanını oluşturur. Bir katman daha, bir katman daha derken bu tekrarlı süreç büyük bir ahenk içinde birbirini izler ve basılmak istenen nesne elde edilir. Fakat her sürecin içinde olabileceği gibi bazı aksilikler meydana gelebilir ve elde ettiğimiz ürünlerde baskı sırasında veya sonucunda problemler oluşabilir.

3D baskı sırasında, ürününüzü etkileyecek sayısız ilk katman sorunu meydana gelebilir. Bu yazıda, baskı kalitenizi düşürebilecek yapışma sorunlarına odaklanacağız.

## **Peki baskınızı kaybetmenize bile sebep olabilecek ilk katman sorunları nelerdir ve neden meydana gelirler?**

Temelde, bükülme ve yanlış Z kalibrasyonu olmak üzere iki farklı ilk katman sorunu vardır. Hatta bazı durumlarda bükülme, yanlış Z kalibrasyonunun göstergesi olabilir. Bu sorunları fark etmek için çok profesyonel bir göze gerek yok, ilk katmanın baskı yüzeyine yeterince yapışmadığını veya bir süre sonra baskınızda kıvrılmalar meydana geldiğini fark ederseniz sorunu tahlil edebilirsiniz demektir.



Baskı tablasına düzgün bir şekilde yapışmayan bir baskı illüstrasyonu

Bu sorun çoğunlukla nozul ve baskı tablası arasındaki mesafenin çok fazla olmasından kaynaklanır. Ancak BCN3D Cura yapılandırmasından hotend ile ilgili donanım sorunlarına kadar pek çok farklı durumda da bu sorunla karşılaşabilirsiniz.

## **Kaliteli bir baskı elde etmek için nasıl çözüm yolları uygulayabilirsiniz?**

Yukarıda da belirttiğimiz gibi ilk katman sorunlarının birçok farklı sebebi olabilir. Bu nedenle birden fazla parametreyi aynı anda göz önünde bulundurmamak zorundasınız. Rehberimizin devamında yer vereceğimiz maddeleri adım adım uygulayarak çözüme ulaşabilirsiniz. Unutmayın ilk katman sorunu herhangi bir sebepten kaynaklanabilir, yani bir madde sorununuzu çözmezse pes etmeden diğerine geçin.

### **1. Her iki baskı kafasının da Z yüksekliğini kalibre edin**

Yazımızın ilk kısmında, katman sorunlarının nozul ve baskı tablası arasındaki mesafeden kaynaklanabileceğine değinmiştik. Z yüksekliğini kalibre ederek nozul mesafesinin doğru olduğundan emin olun. **Utilities / Calibration / Printer Calibration** sekmesine giderek, ekranda gösterilen adımları izleyin. Bu noktada aşağıdaki makaleler işinize yarayabilir.

[Hotend kalibrasyonu \(BCN3D Epsilon\)](#)

[Kurulum ve Kalibrasyon \(BCN3D Sigmax\)](#)

[Kurulum ve Kalibrasyon \(BCN3D Sigma\)](#)

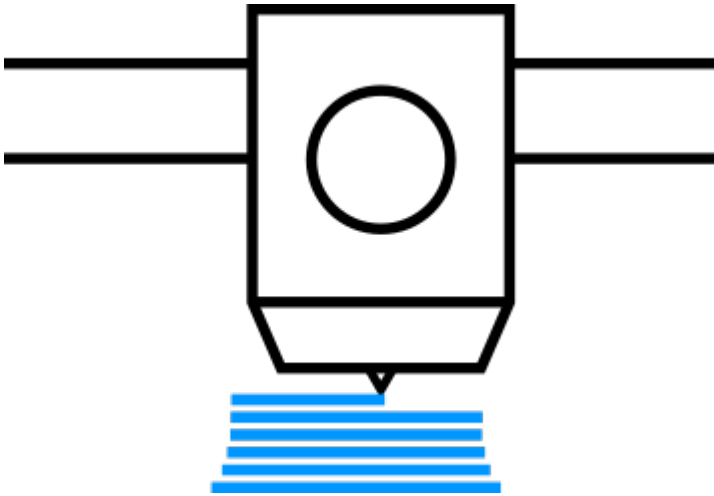
### **2. Yapıştırıcı maddenizi doğru seçin**

Farklı malzemeler farklı özelliklere sahiptir, dolayısıyla her birinin yapıştırıcı madde uyumluluğu değişkenlik gösterir. Örneğin [Magigoo Original](#), PLA ve ABS ile harika bir uyum yakalarken aynı durum PA için söz konusu değildir. Yapmanız

gereken tek şey kullanacağınız filament için en doğru yapıştırıcıyı bulmak, bunun için filament tipleri hakkında yapacağınız kısa bir araştırma yeterli olacaktır.

### **3. Baskı yüzeyinizin yeterince sıcak olduğundan emin olun**

Yapışma söz konusu olduğunda sıcaklık belirleyici bir faktördür. Bazı malzemeler, baskı yüzeyine yapışmak için belirli bir sıcaklığa ihtiyaç duyabilir. Eğer baskı tablanızın her yerinde bir sıcaklık dengesi olmasını istiyorsanız, baskı yüzeyinizi baskı işleminden 5 dakika önce ısıtmaya başlayın. Buna rağmen baskınız, baskı tablasına yapışmıyorsa sıcaklığı belirli periyotlarla 5'er derece artırarak devam edin. Yalnız dikkat edin, baskı yüzeyiniz gerekenden fazla ısınırsa "fil ayağı/elephant's foot" adı verilen bir baskı sorunuyla karşılaşabilirsiniz, bu nedenle en uygun tabla sıcaklığını bulmaya çalışın.



Fil ayağı sorunu yaşanan bir baskı örneği

### **4. Bazı filamentler sıcak bir baskı hacmine ihtiyaç duyar**

ABS, PA, PP ve PPGF30 gibi filamentler, yüksek bir bükülme oranına sahiptir. Bu nedenle eğer eşit olmayan bir şekilde soğutulurlarsa, bu durum bükülme olasılıklarını artırır ve kapalı bir baskı hacmi ihtiyacı ortaya çıkar. Eğer saydığımız maddelerle 3 boyutlu baskı yapacaksanız, tablayı 30 dakika

önceden ısıtarak bükülme sorunlarını önleyebilirsiniz.

Kaynak: [BCN3D](#)

## Revo Foods 3 Boyutlu Baskı İle Vegan Somon Üretiyor

Avusturya merkezli Revo Foods, deniz ürünlerine vegan alternatifler getirirken 3 boyutlu baskı teknolojisinden yararlanıyor. Kuruluşu, Avrupa'da somon ve ton balığına getirilecek vegan alternatifleri ticarileştirmenin yollarını arayan bir öğrenci projesine dayanan şirket, sürdürülebilir deniz ürünlerini yaygınlaştırmayı hedefliyor.



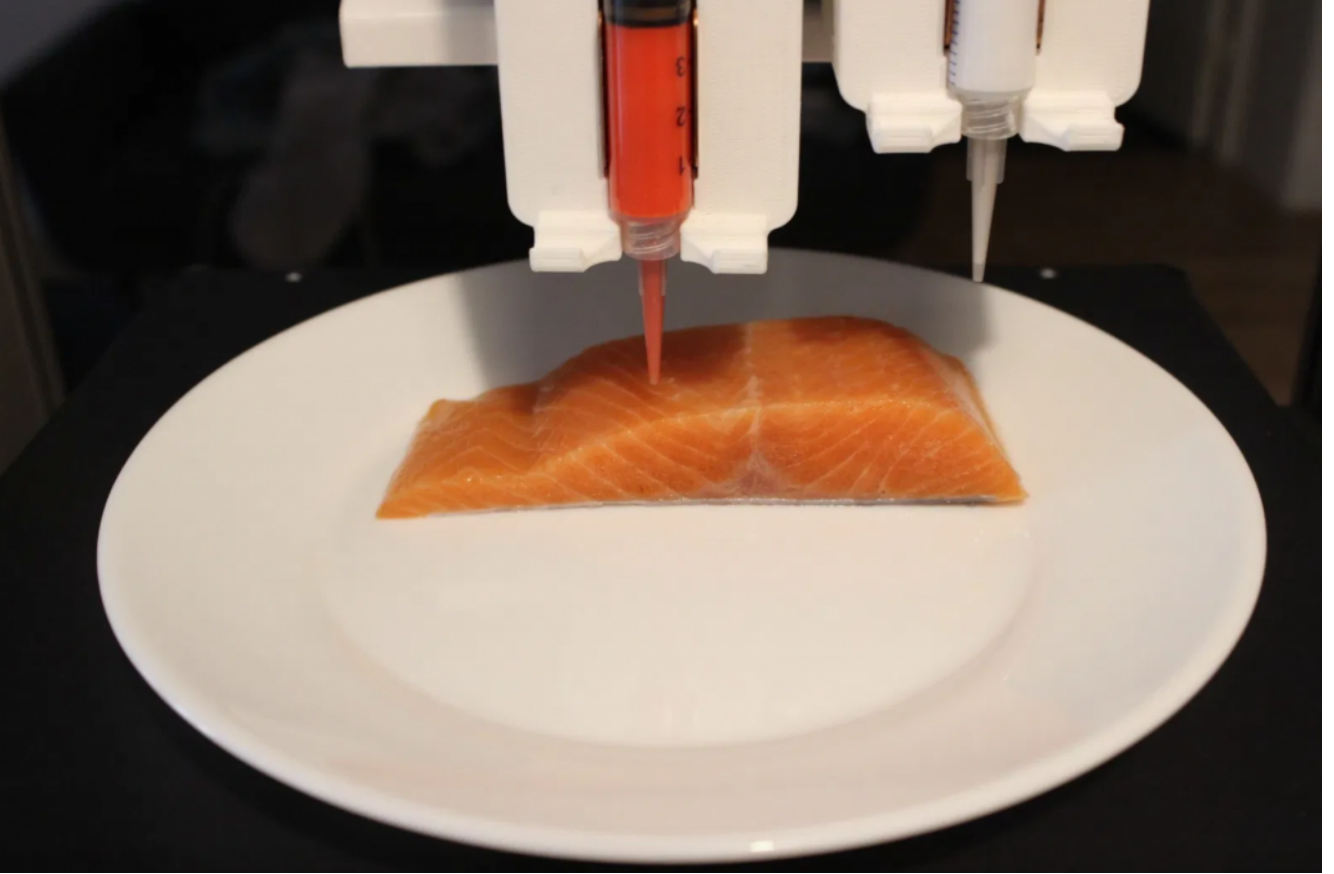
Piyasaya çıkacak ilk ürünler füme somon şeritleri (The Smokey One) ve somon ezmeleri (The Creamy One) olurken, Revo Foods bir yandan tamamen somon ve ton balıklı sashimi geliştirmeye odaklanıyor.

**Dışarıdan bakıldığında “Salmon With Attitude” olarak adlandırılan 3 boyutlu baskı ürünü, gerçek füme somondan ayırt etmek imkansız. Fakat gerek besin kaynağı gerek ise sofralarımıza geliş biçimi iki ürün arasında büyük bir fark yaratıyor.**

“Denizin geleceği”ni belirlediklerini ifade eden Revo Foods’un bu çılgın projeye atılırken en büyük dayanak noktası; kontrolsüz avlanmaya engel olmak, endüstriyel balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğinin geldiği noktaya dur demek ve bu yolla üretilen ürünle kıyasla sağlıklı ve daha sürdürülebilir alternatifler ortaya koymak. Bu vaadini 3 boyutlu baskı ile ürettikleri füme somonla gerçeğe çeviren şirket, şu ana kadar 1.5 milyon Euro civarı fon topladı. Hazelpond Capital, friends2grow ve MKO Holdings ile FFG Avusturya Araştırma Teşvik Ajansı ve Viyana Ticaret Ajansı’nın ulusal fonları, Revo Foods’un yatırımcıları arasında yer alıyor.

**Peki 3 boyutlu baskı ile üretilen bitkisel bazlı somon ne kadar sağlıklı? Revo Foods’un somonu, orijinal hayvansal gıdanın sağladığı kadar besin değeri içeriyor mu?**

Bu sorunun yanıtını şirketin kelimeleri ile veriyoruz: Hayır, 3D baskı bitkisel somon hayvansal gıdalar kadar sağlıklı değil, çünkü 11 farklı malzeme içeren ürün orijinalinden çok daha sağlıklı! [Şirketin internet sitesinde](#) en yüksek kalite bitki bazlı bileşenler olarak adlandırdıkları bezelye proteini, yosun özleri, bitki yağları ve narenciye liflerinden oluşan bir malzeme listesi bulunuyor. Ayrıca 3 boyutlu baskı somon geleneksel su ürünlerinin aksine, kesinlikle hiçbir ağır metal, mikroplastik, antibiyotik veya diğer atık maddeleri içermiyor.



*Sadece deniz ürünleri özelinde değil geniş çapta sentetik et anlayışını benimsemek, sera gazı salınımının %50'sini oluşturan çiftlik hayvanı üretimini sınırlayarak iklim değişikliğine dur diyebilir.*

## **Peki Revo Foods, 3 boyutlu baskı ile yiyecek üreten ilk girişim mi?**

Sentetik et sektörü laboratuvarında üretilmiş burgerler ve bitki bazlı çözeltiler ile var olsa da, tam anlamıyla sıfırdan bir et dokusu üretme konusunda yeterli değildi. Ta ki Aleph Farms 2018 yılının sonunda [dünyanın ilk 3 boyutlu baskı bifteğini](#) üretene kadar. Daha sonra hayvancılık endüstrisinin verimsizliğinin yanında hayvan haklarının gözetilmesi ve bu doğrultuda vegan hareketin güçlenmesi ete bir alternatif bulmayı şart kıldı. Bill Gates de, "İklim Felaketi Nasıl Önlenebilir?" isimli kitabı hakkında verdiği bir [röportajda](#) refah düzeyi yüksek ülkelerde yaşayan insanların beslenme düzenini sentetik et yönünde değiştirmesi gerektiğini [savunmuştu.](#)



*ABD Vegan Gıda Market Hacmi'nin 2015 yılından beri katlanarak büyümesi, hayvancılık sektörünün sona yaklaştığının bir işareti olabilir mi?*

Tüm bu iyi niyetli girişimlerin ve geçerli nedenlerin yanı sıra hâlâ insanların büyük bir çoğunluğu sentetik ete ön yargıyla yaklaşıyor. Her ne kadar ahlaki açıdan tercih edilebilirliğini korusa da, insanlığın ilk zamanlarına dayanan etobur yaklaşım kolay kolay değişebilecekmiş gibi görünmüyor.

Kaynak: [3D Printing Media Network](#)

## **3D Yazıcı Rehberi #3: 3B Baskıya Giriş**

*"3D Yazıcı Rehberi" serisine 3. yazıyla devam ediyoruz. Bu*

**yazıda “Nitelikli” 3B baskı almayı öğreneceksiniz.**

FDM (Fused Deposition Modeling) tekniği, 3B yazıcılarda kullanılan en yaygın tekniklerden birisidir. Bu teknikle çalışan yazıcılar, plastiği eriterek katmanlar halinde üst üste yığar. Bu rehberde sevgili takipçilerimizle en iyi baskı ayarlarını yakalamanın püf noktalarını tartışacağız.

Önceki rehberlere göz at:

---

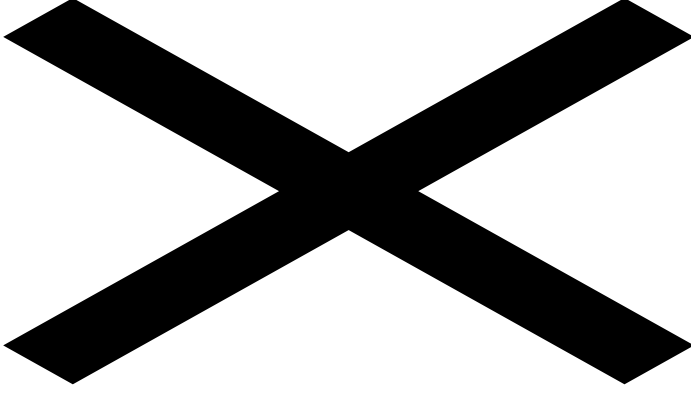
## [\*\*Satın Alma Rehberi #1: Sizin İçin En Uygun 3D Yazıcı Hangisi?\*\*](#)

## [\*\*3D Yazıcı Rehberi #2: 3D Yazıcılarda Kullanıma Uygun Hammaddeler\*\*](#)

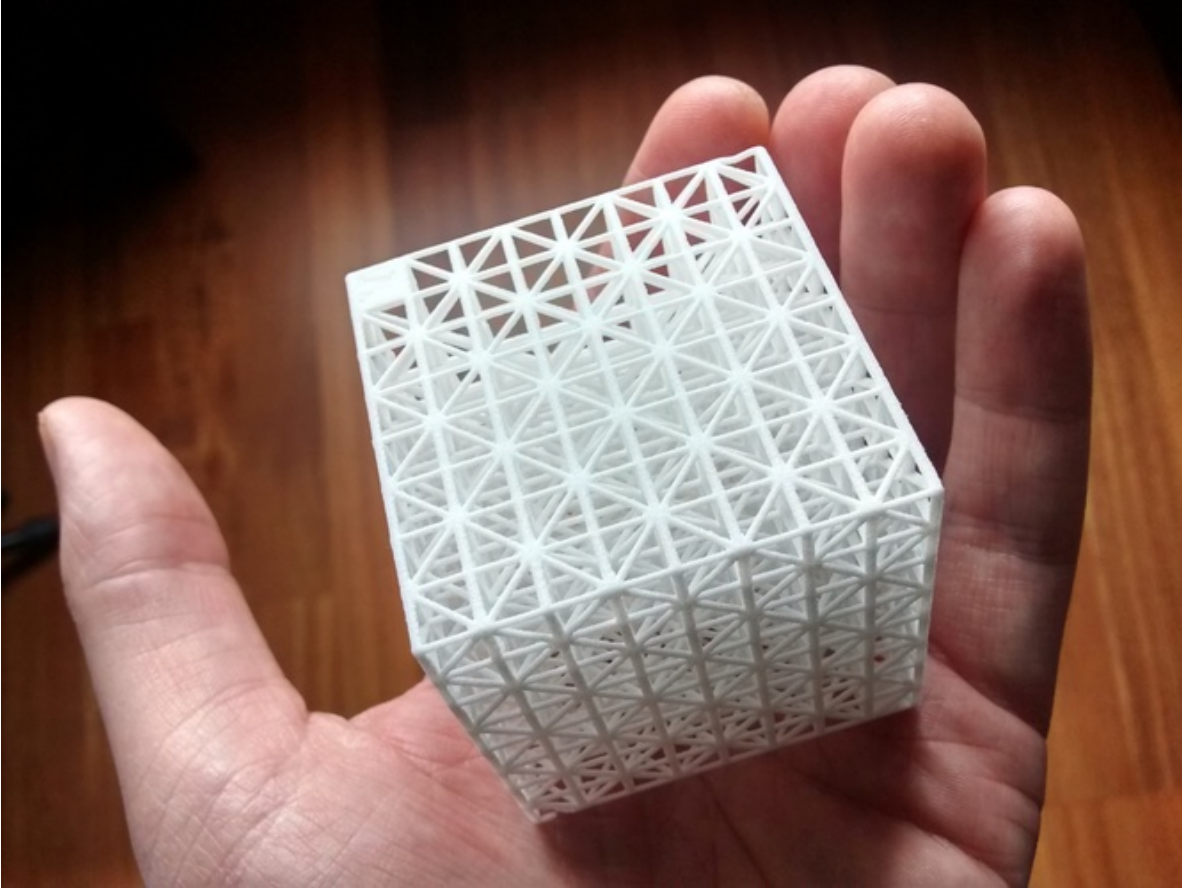
Bu rehberde *Infill* (doluluk oranı) ve *shell* (kabuk kalınlığı) arasındaki farkı anlayıp, bu ayarları baskılarınızla optimize bir şekilde kullanmayı öğreneceksiniz. Kim en kaliteli baskıyı almak istemez ki?

### **Giriş: FDM yazıcılar neden böyle çalışıyor?**

FDM yazıcıların katmanlı üretim yapmasının nedeni, baskı süresini kısaltmak ve maliyetleri aşağı çekmektir. 3B baskı teknolojisinin aksine; **geleneksel kalıp yöntemiyle** üretilen nesnelere onlarca kat daha fazla plastik harcanmaktadır. 3B yazıcılar ise nesnelere üretirken içlerinde farklı desenler oluşturarak plastikten tasarruf ederler. Bu desenlere **infill (doluluk oranı)** denir. Böylece kullanıcı tasarruf eder, baskı ise **sağlamlık** kazanır.



*Resim 1.1 Yukarıda farklı infill desenleri bulunuyor. Desen sıklaştıkça baskı sağlamlaşır ve harcanan hammadde miktarı artar.*



*3D printing ile karmaşık tasarımları üretmek çocuk oyuncağıdır.*

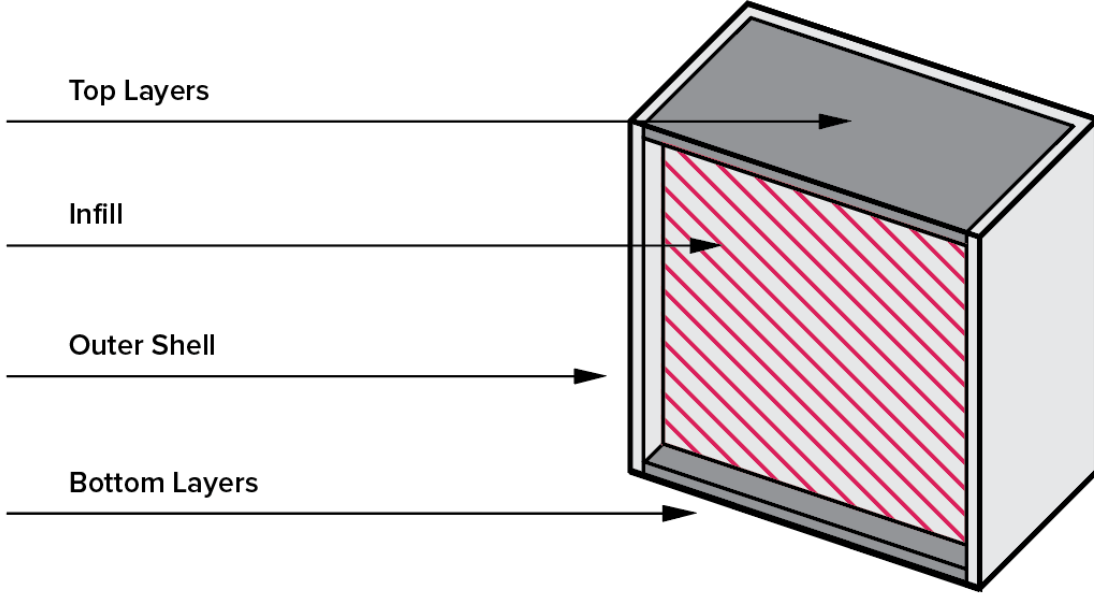
### **3D Baskı Düzeni**

Standart bir FDM yazıcı, 4 bölüme ayrılır. 3B modelinizin baskısını en iyi şekilde almak için bu bölümlere ait parametreleri ihtiyacınız doğrultusunda değiştirebilirsiniz.

1. **Kabuklar (Shells):** 3B baskının en dışında bulunan katmanlara **kabuk** denir.
2. **Alt katmanlar (Bottom layers):** Baskı tabanına yapışan en alttaki katman kabuğuna **alt katman** denir.
3. **Üst katmanlar (Top layers):** Nozulun değdiği en üst katman kabuğuna **üst kaman** denir. Bu yüzey genellikle

baskının en kaliteli kısmıdır.

4. **İç doluluk (Infill)**: Baskının iç yapısı **iç doluluk** olarak adlandırılır.

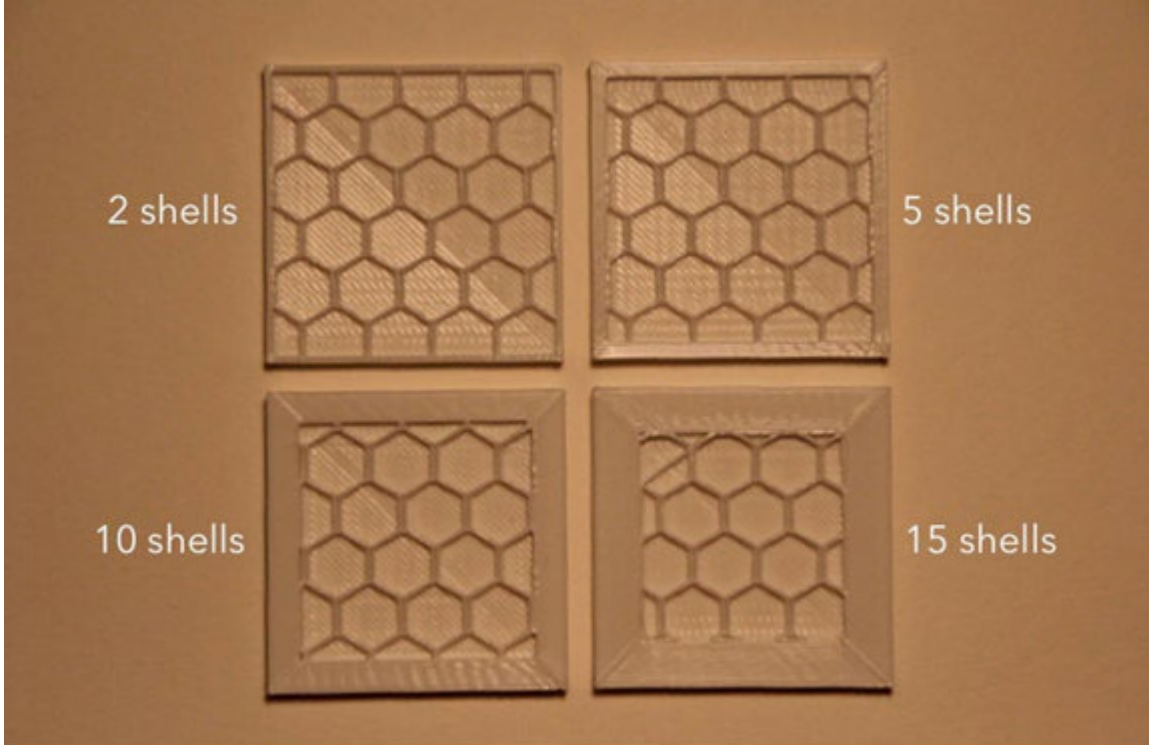


*1,2 ve 3 numaralı parametreler baskının dış yüzeyiyle ilgilidir. Bu nedenle baskının dış görünümünü doğrudan etkilerler. FDM 3B baskının bu 4 özelliği, tasarımcı tarafından değiştirilebilir.*

## Kabuklar

Kabuklar, baskının dış kısmını oluşturan katmanların sayısıdır. FDM yazıcılarda her katmanın üretimine ilk önce kabuklardan başlanır. Şunları da bilmekte fayda var tabii:

– Kabuk kalınlığını artırarak baskılarınızı sağlamlaştırabilirsiniz. Böylelikle materyalden tasarruf edersiniz. Birçok slicing yazılımı, (bkz. Cura) kabuk kalınlığını özgürce değiştirmenize izin vermektedir.



– Eğer baskınıza post-processing (parlatma, törpüleme) işlemleri uygulamayı düşünüyorsanız, kabuk kalınlığını artırmanız gerekir. Çünkü post-processing işlemleri baskının dış kabuklarını inceltebilir.

– Bunun yanında, kabuk sayılarının artması; harcanan hammadde miktarına ve modelin baskı süresine doğrudan etki edecektir. Bu da kullanıcıya maliyet olarak yansır.

– Kabuk kalınlığı **nozul çapıyla** ilişkilidir. Kabuk parametresini değiştirirken, yazıcınızda takılı olan nozul çapının katları olan bir değer girmelisiniz. Uygunsuz bir değer baskının katmanları arasında boşluk gözükmeye neden olup, hatalı baskılara yol açabilir. Örneğin, 0.4mm'lik nozul ucunuz için 0.8mm veya 1.2mm'lik bir kabuk kalınlığı uygun olacaktır.



*Soldaki duvar kalınlığı ideal, sağdaki (boşluklu) ise hatalıdır. Aradaki fark, soldakinde nozul çapıyla orantılı bir duvar kalınlığı parametresinin girilmiş olmasıdır.*

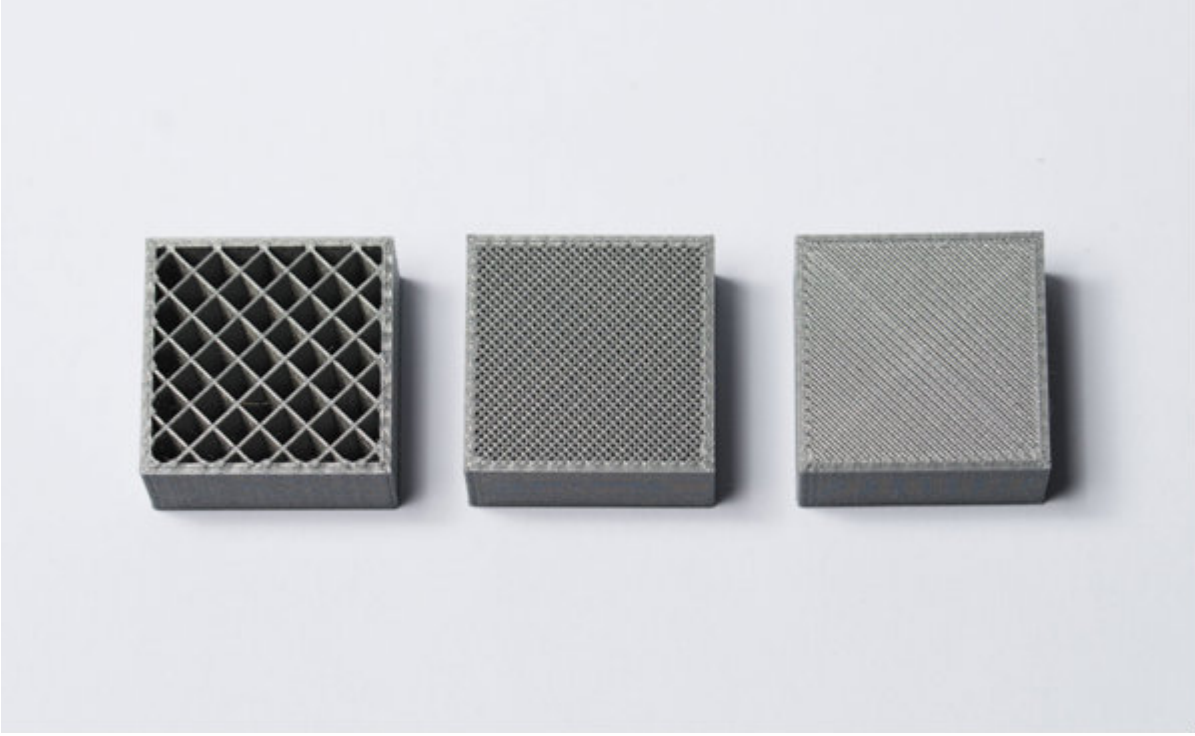
**\*Kabuklar genellikle 2 nozul çapı kadar, yani 0.8mm kalınlığında basılmaktadır.**

### **İç Doluluk (Infill)**

Çoğu dilimleme yazılımı (slicer) varsayılan olarak modelinizi %18 ila %20 doluluk oranıyla üretmektedir. Bu oranın az olduğunu düşünebilirsiniz, aksine oldukça yeterli bir orandır. Sağlamlık açısından taviz vermez, aynı zamanda zaman ve maliyet bakımından tasarruf etmenizi sağlar.

### **Doluluk Yüzdesi**

Baskının doluluk oranı artarsa sağlamlığı da artar. Peki ne oranda? %50 doluluk oranına sahip bir baskı, %25 doluluk oranına sahip bir baskıya göre **%25 daha sağlamdır**. Fakat doluluk oranı %50'den %75'e çıkarıldığında, nesnenin sağlamlığı **yalnızca %10 artar**.



*Doluluk oranları: Soldaki (%20), ortadaki (%50) ve sağdaki (%75)*

Burada önemli nokta, tasarımcının hangi doluluk oranını seçeceğine parçanın gerçek hayatta kullanılacağı bağlamı düşünerek karar vermesidir. Örneğin, bir baskıyı genel hatlarıyla elde etmek istiyorsanız %20 doluluk yeterlidir; ancak ağırlığa veya basınca dirençli bir parça üretmek istiyorsanız doluluk oranını artırmalısınız. Bu konuda bizimle iletişime geçerek daha detaylı bilgi edinebilirsiniz.

## Küçük Bir İpucu

Yapboz gibi birbirine geçmeli nesnelere üretirken doluluk oranını %100 yapmak gerekebilir. Çünkü üzerlerine yük bindiğinde, iki nesne arasındaki bağlantıyı sağlayan bu küçük parçalar kolaylıkla kırılırlar. Burada temel mantık, çıkıntının baskıyla olan bağlantı noktasını artırarak kuvvete karşı direnç sağlamaktır.

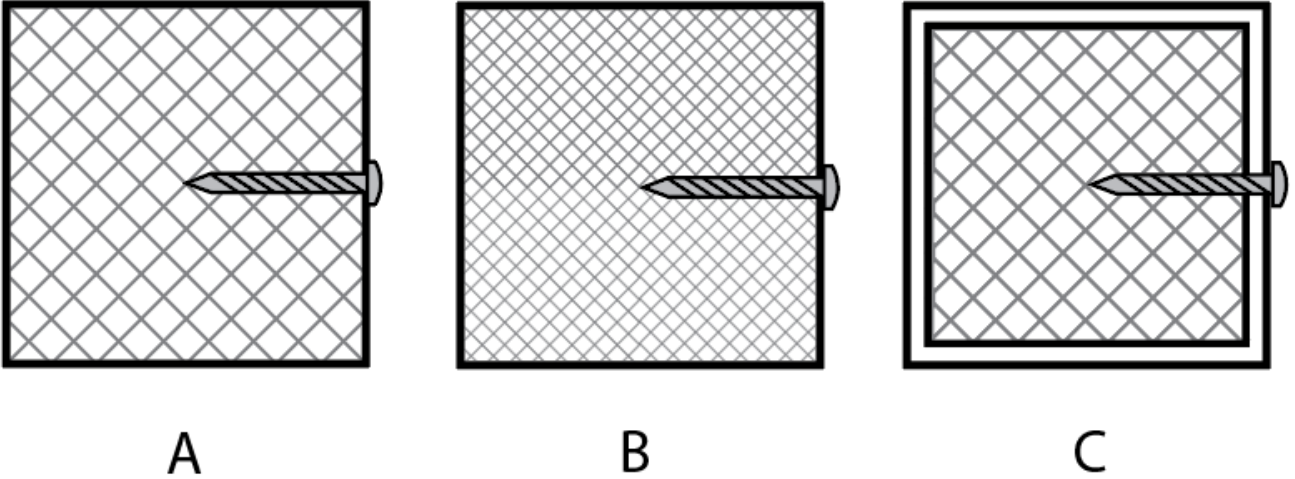


*Beyaz nesnenin bağlantı noktası kırılmışken (%20 doluluk),  
grininki sapsağlam (%100 doluluk)*

## Vidalama ve Cıvatalama İşlemleri

Bazen nesnenizi duvara monte etmeniz gerekir. Bu gibi durumlarda bizim önerimiz, vidalama yapacağınız nesneyi minimum %50 doluluk oranıyla üretmiş olmanız. Aksi halde, vida ilk katmandan girip son katmandan çıkacak ve istediğiniz

tutuşu elde edemeyeceksiniz. Vida, doluluğu fazla olan nesneye daha sağlam oturur. (Not: Doluluk yanında, kabuk kalınlığı ve duvar kalınlığı da etkilidir.)



Resmi inceleyecek olursak;

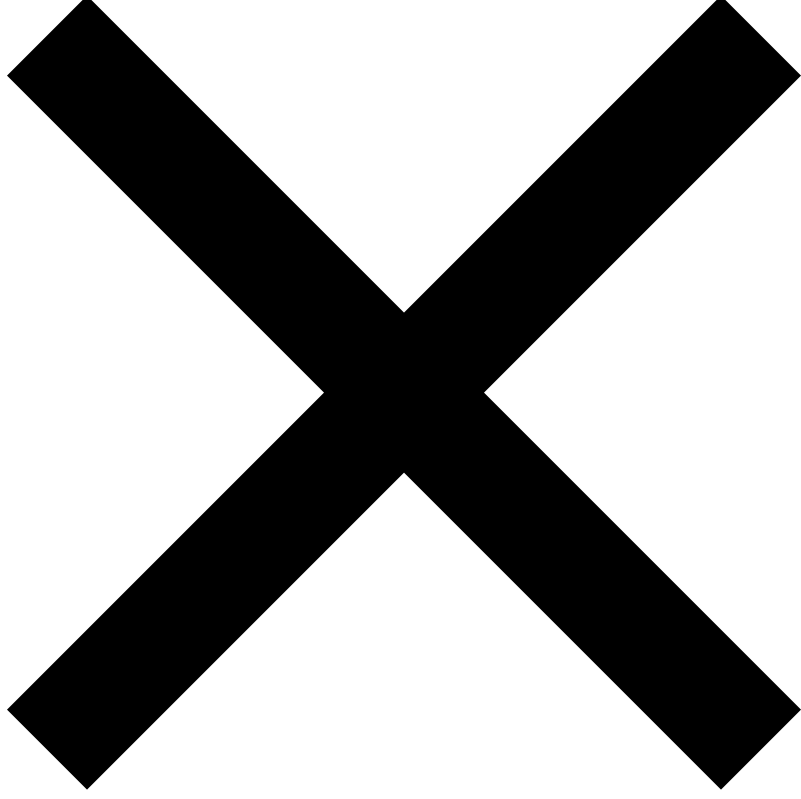
**A:** Oldukça zayıf bir tutuş sağlar.

**B:** Doluluk arttığı için g¼c¼l¼ bir tutuş sağlar.

**C:** Kabuk kalınlığı sayesinde B'den daha iyi tutuş sağlar. Aynı zamanda daha ucuz bir ç¼z¼md¼r.

### **İç Doluluk Kalıpları (Infill Geometry)**

Bal peteği olarak nitelendirdiğimiz kalıp, standart bir baskıda mevcut olan şekildir. Tabii ki, bunun dışında farklı kalıplar da bulunmaktadır (bkz **Resim 1.1**). Dilerseniz bunlara yakından göz atalım.



### **Öğrendiklerimizi Özetlersek;**

- Kabuk kalınlığı ve doluluk parametresi girerken öncelikle parçanın kullanım alanını aklına getir. Unutma, %100 dolu ve kalın bir nesne güçlüdür, ancak maliyet ve zaman gerektirir.
- Kabuk parametresinin, nozul çapının katı olmasına dikkat et.

- Baskıyı duvara montelerken kabuk veya iç doluluğu artırmayı unutma. Bu mümkün değilse cıvata ve pul ikilisini kullanın.
- Hızlı ve ucuz baskılarda dikdörtgenimsi doluluk kalıbını kullanın. Eğer baskının güçlü olmasını istiyorsanız, bal peteği veya üçgenimsi kalıp işinizi görecektir.

**Tebrikler! Buraya kadar okuduysan “Nitelikli” 3B baskı için artık hazırsın!** Tecrübelerini bizlerle paylaşarak bu makalenin gelişmesine katkıda bulunabilirsin. 3B baskı konusunda öğrenmek istediklerin için 3Dörtgen ile iletişime geçebilir, daha önceki rehberlerimize göz atabilirsin.

Maker ruhuyla dolup taşacağın keyifli baskılar...

*Önceki rehberlere göz at:*

---

**[Satın Alma Rehberi #1: Sizin İçin En Uygun 3D Yazıcı Hangisi?](#)**

**[3D Yazıcı Rehberi #2: 3D Yazıcılarda Kullanıma Uygun Hammaddeler](#)**

Yazar: Çağan Kuyucu

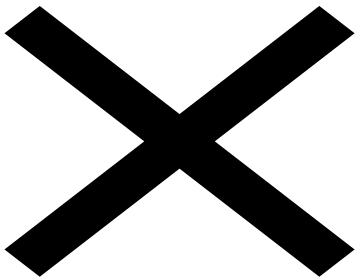
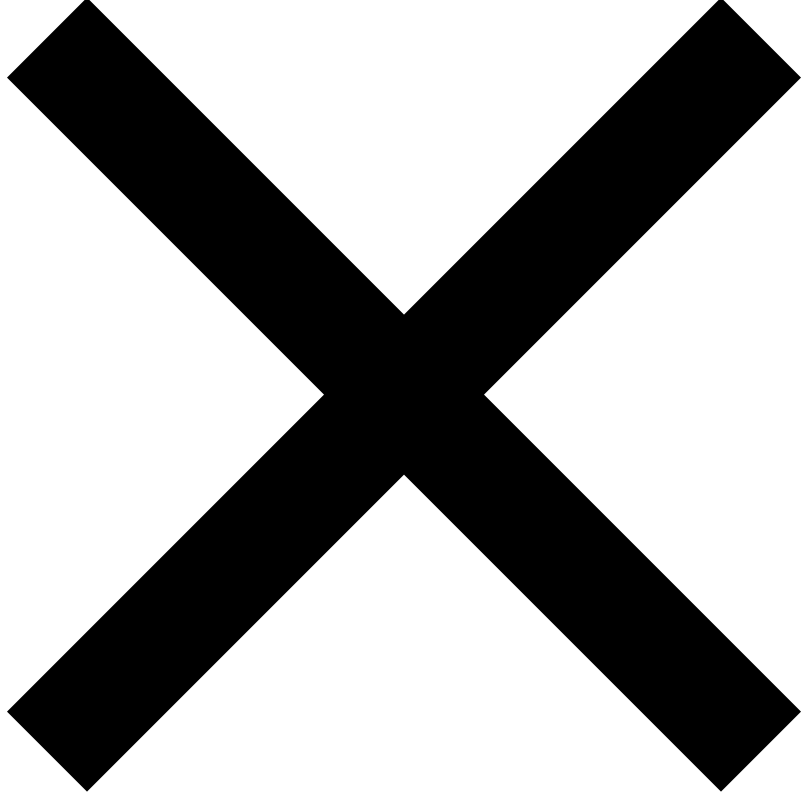
Kaynak: 3dhubs.com | ilgili içeriğe [git](#)

---

# 3B Yazıcıda İstanbul Surları Basıldı

Koç Üniversitesi ANAMED(Anadolu Medeniyetleri Araştırma Merkezi) ve Anadolu Üniversitesi işbirliğiyle başlatılan İstanbul Surları projesi, eklemeli imalat teknolojisinin avantajları kullanılarak tamamlandı.

Edirnekapı'dan Yenikapı'ya uzanan surlara 5 kilometre mesafede misafirler için hazır bekleyen sergi, 3B yazıcı ile 1 aylık baskı süresi sonucunda elde edilmiş 15 metre uzunluğa 50-60 santimetre genişliğe sahip bir maket içeriyor.



İki üniversite projeye başladıktan sonra, surların izohips

haritasını çıkarmak üzere Küçük Atölye'den, ve bu haritayı 3B modellemek üzere Onur Kılıçlı'dan yardım almış.

Proje küratörü Figen Kıvılcım Çorakbaş'ın söylediklerine göre; maket, insanları surları gidip gezmeye teşvik etmek amacıyla yapılmış. 1600 yıllık bir geçmişe sahip 5. Yüzyılın eseri, 1453 yılından beri savaş görmemiş maket üzerinde birçok noktanın hikayesi anlatılmış. UNESCO Dünya Miras Listesi'nde de bulunan Theodosios Surları, her ne kadar savunma için dikilmiş bir duvar olsa da, artık şehrin bir parçası ve güzelliği olarak uzanıyor.

Videoda ses sorunu yaşıyorsanız [buradan](#) da izleyebilirsiniz

3B yazıcı: Zaxe X1

Baskı süresi: 1 ay

Katman kalınlığı: 300 mikron

Uzunluk: 15 metre

En: 50-60 santimetre

Ölçek: 1/500

Sergiye gidip tarihin anlamını benimsedikten sonra surları da gezebilmeniz dileğiyle...

Yazar: Hasan Hüseyin Kesen

Kaynaklar: [Zaxe.com.tr](http://Zaxe.com.tr) | [makersturkiye.com](http://makersturkiye.com)