

3D Baskı Malzemelerinden Hangisi Daha Dayanıklı?

İster bireysel bir üretici olun isterseniz bir uzman, projeleriniz için ‘hangi 3D baskı malzemesinin dayanıklı olduğu’ sorusu her zaman güncelliğini koruyor. 3D baskı malzemelerindeki güç, çeşitli şekillerde tanımlanabilir. Bunlar sertlik, darbe direnci, basınç dayanımı vb. olabilir. Bununla birlikte, çoğu kullanıcı genellikle çekme mukavemeti ve eğilme mukavemetine önem veriyor. Mukavemet bir malzemenin ne kadar gerilip bükülebileceğini, yani direncini gösteriyor. Aşağıdaki genel bakışta, her malzemenin dayanabileceği MegaPascal (MPa) basıncı yer alıyor. Yer alan sayılar ne kadar yüksek olursa, malzemenin belirli streslere maruz kaldığında o kadar “güçlü” olduğu gösteriyor.

Bu yazımızda güçlü 3D baskı malzemelerini karşılaştıracacağız. Kullanılan değerler, Ultimaker malzemelerinin teknik veri sayfalarını [temel alıyor](#). Diğer markaların malzemeleri ve değerleri değişiklik gösterebilir. En güçlü 3D baskı malzemelerini karşılaştırmamız için yedi farklı malzemeyi ele alacağız. Yani, Polilaktik Asit (PLA), Sert PLA, Akrilonitril Bütadien Stiren (ABS), Polikarbonat (PC), glikol ile modifiye edilmiş polietilen tereftalat (PET-G), Naylon ve Polipropilen (PP). Hangisinin sizin için en iyisi olduğuna ihtiyaçlarınız, bütçeniz ve belirlediğiniz diğer etkenleri göz önünde bulundurarak karar verebilirsiniz.



3D Baskı Malzemeleri

PLA filamenti

PLA veya polilaktik asit, çok yönlü ve popüler bir FDM 3D baskı malzemesi olarak biliniyor. Basımının basit olması, düşük fiyatlarla kolayca bulunabilmesi ve çeşitli renk alternatiflerinin olması popülerliğini artırıyor. Bu nedenle, çoğu insan baskı yaparken ilk olarak bu materyali tercih ediyor.

PLA, malzemenin kırılğan olması nedeniyle genellikle mukavemet özellikleri için seçilmez. Sınırlı bir bütçeyle yazdırıyorsanız, bazı durumlarda PLA uygun olabilir ancak parçanızın kırılmadan önce esnemesi gerekiyorsa, genellikle farklı bir malzeme kullanmanız daha iyi olacaktır.

PLA filament özellikleri

Çekme Dayanımı: 53-59 MPa

Eğilme Dayanımı: 97-101 MPa

Sert PLA filamenti

Tough PLA, normal PLA veya Polilaktik Asit'in daha sert bir versiyonu olarak biliniyor. Baskı kolaylığı sunarken, kırılganlığı da bertaraf edebiliyor. Bu nedenle, biraz esnekliğe ihtiyaç duyan işlevsel prototipler için ideal bir seçenek oluyor.

Sert PLA, normal PLA kadar kırılganlık göstermiyor. ABS'den daha yüksek gerilme mukavemeti sergiliyor. ABS'den daha kolay yazdırılıyor. Bununla birlikte suda çözünür destek malzemesi PVA ile uyumluluk gösteriyor.

Sert PLA filament özellikleri

Çekme Dayanımı: 45-48 MPa

Eğilme Dayanımı: 83-96 MPa

ABS filamenti

Akrilonitril bütadien stiren olarak da bilinen ABS, popüler bir termoplastik polimer olmasıyla biliniyor. Darbe, kimyasal, su ve ısı direnci ile popülerliğini koruyor. Ayrıca olağanüstü yüksek ve düşük sıcaklık performansı sergiliyor. Bu özellik onu otomotiv bileşenleri için mükemmel kılıyor. İyi elektriksel yalıtım özelliklerine sahip ABS, elektrikli parçaların muhafazası için tercih edilebiliyor.

ABS, nispeten çoğu malzemeden daha ucuza satılıyor. Bu nedenle seri üretim ve çok çeşitli yaygın ürünlerde kullanılabilir. ABS'nin baskı sonrası işlemlerinin basit olması, yapıştırma ve boyanabilirlik anlamında kolaylık sağlıyor.

ABS filament özellikleri

Çekme Dayanımı: 34-36 MPa

Eğilme Dayanımı: 60-61 MPa

Polikarbonat (PC) filament

Polikarbonat filament (PC), ısıya ve kimyasallara dayanıklı sert bir termoplastik polimer olarak biliniyor. Zorlu ortamlarda ve teknik uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanmış yüksek mukavemetli bir malzeme yapısı gösteriyor. Yüksek cam geçiş sıcaklığı nedeniyle iyi bir ısı sapması sunuyor.

Polikarbonat filamentin günlük yaşamda sayısız uygulaması bulunuyor. Polikarbonat, pleksiglattan farklı olarak kırılma özelliği taşımıyor. Sonunda kırılana kadar sert kauçuğa benzer şekilde bükülüyor ve deforme oluyor. Ayrıca mükemmel optik netlik sunuyor.

Yüksek sıcaklık direnci nedeniyle Polikarbonat ile çalışmak zor olabilir. Bu da bükülme konusunda bir sorun olabileceği anlamına geliyor. Doğru yapıştırıcıyı seçmek ve parçalarınızda keskin açılardan kaçınmak, bu malzemeden başarılı bir şekilde baskı almanıza yardımcı olabilir.

Polikarbonat filament özellikleri

Çekme Dayanımı: 43-65 MPa

Eğilme Dayanımı: 89-114 MPa

PETG filamenti

PETG veya Polietilen Tereftalat Glikol, kristalleşmeyi sınırlamak ve dayanıklılığını artırmak için Glikol ilavesiyle kimyasal olarak modifiye edilmiş termoplastik bir polyester olarak biliniyor. Glikolün dahil edilmesi, üretim için PET'lerin dayanıklılığını ve şekillendirilebilirliğini iyileştiriyor. Güçlü bir darbe ve aşınma direnci gösteriyor. PLA'ya kıyasla daha yüksek sıcaklıklara dayanabiliyor.

Mükemmel özellikleri ve nispeten düşük fiyatı nedeniyle PETG, 3D baskıda yaygın olarak kullanılıyor. ABS yerine kullanılabilecek iyi bir mühendislik sınıfı özelliği

taşıyor. Ayrıca bükölme eğilimi daha az olduğu için doğru parçalar daha kolay yazdırılıyor.

PETG filament özellikleri

Çekme Dayanımı: 38-44 MPa

Eğilme Dayanımı: 75-79MPa

Naylon filament

Naylon, 3D baskı için çeşitli biçimlerde bulunuyor. Naylon'un daha sert versiyonları olan PA6, PA6/66 ve esnek bir Naylon türü PA 12 seçenekleri yaygın olarak kullanılıyor. Naylon hem güçlü hem dayanıklı hem de esnek olmasından dolayı sıklıkla tercih ediliyor. Bu özellikler, ince duvarlı parçaları yazdırırken fayda dağlıyor. Çok düşük sürtünme katsayısına ve yüksek erime noktasına sahip olan naylon, birbirine kenetlenen dişliler gibi işlevsel öğelerin baskısında kullanılabilir.

Tüm bu avantajlarının yanı sıra higroskopik (nemi emmesi) yapıda olan naylon, yazdırma sırasında beklenen performansı sunamayabiliyor.

Naylon filament özellikleri

Çekme Dayanımı: 63-65 MPa

Eğilme Dayanımı: 63-83 MPa

Polipropilen (PP) filament

Hemen hemen her evde bulunabilen Polipropilen (PP), yaygın olarak kullanılan bir plastik olmasıyla dikkat çekiyor. Enjeksiyon kalıplama gibi birçok geleneksel üretim şeklinin yanı sıra depolama ve paketleme uygulamaları için tercih ediliyor. Yüksek kimyasal direnci, ısı direnci, darbe direnci ve esnekliği PP'nin popüleritesini artırıyor.

Bu özellikleri ile gıda paketleme, kimyasal depolama malzemeleri ve protez gibi tıbbi uygulamalarda tercih

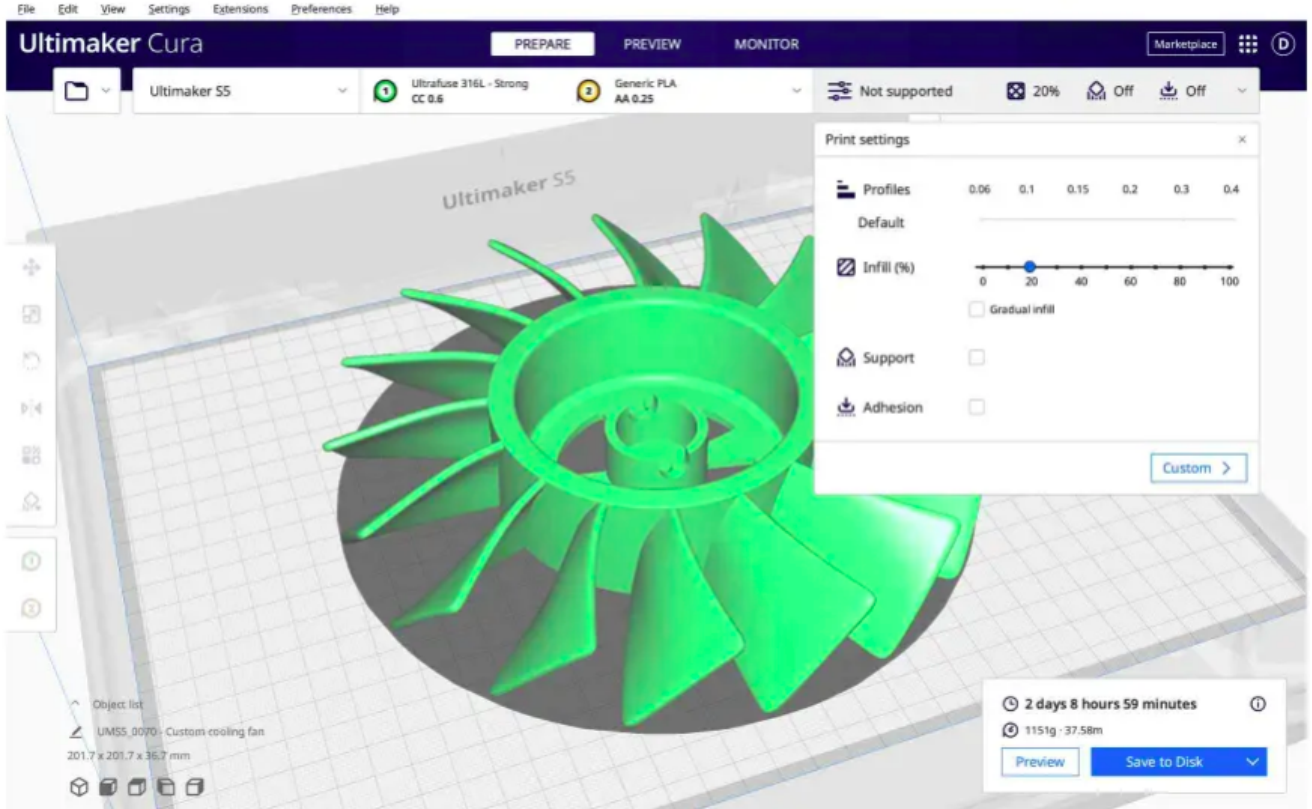
edilebiliyor.

Polipropilen Filament Özellikleri

Çekme Dayanımı: 10-12 MPa

Eğilme Dayanımı: 13-15 MPa

Ayarlar



Ultimaker Cura Ayar Paneli

Ayarlarınızı optimize ederek kullanılan malzemeyi değiştirmeden daha güçlü parçalar basabilirsiniz. Bunun için yazıcınızda kullandığınız ayarları yalnızca her malzeme için değil, her parça için özelleştirmeniz gerekiyor. Güncelleyebileceğiniz ayarlardan bazıları:

Dolgu tipi ve yoğunluğu: Dolgu tipi ve yoğunluğu, yazdırılan bir parçanın gücüne katkıda bulunan önemli faktörlerdir. Dolgu yoğunluğu ne kadar büyük olursa, mukavemet o kadar büyük olur. Çok fazla malzeme kullandığı ve yazdırılması daha fazla zaman aldığı için yüksek dolgu yoğunluğu genellikle tavsiye edilmez. Yoğunluğu artırmadan bir parçanın gücünü artırmak

için parça ilevselliğine bağlı olarak dolgu desenini değiştirebilirsiniz. Örneğin, sıkıştırma mukavemeti testlerinde, üçgen/ızgara dolgu, kübik ve gyroid dolgu desenlerine kıyasla daha yüksek sıkıştırma mukavemeti gösterir.

Çoğu görsel baskı için yaklaşık %20'lik bir dolgu kullanabilirsiniz. Daha güçlü parçalar için %50'nin üzerine çıkmayı deneyebilirsiniz. Alternatif olarak daha yüksek dolgu yoğunluğu oluşturmak için değiştirici ağları kullanabilirsiniz.

Parça Oryantasyonu: Parça oryantasyonu, daha güçlü bir baskı sağlamak için kontrol listenizde olmayabilir, ancak bu çok önemlidir. 3D baskıda çekme mukavemeti Z eksenini boyunca özellikle uzun ve ince baskılı parçalarda daha zayıftır (genellikle XY eksenine kıyasla mukavemetin %40-70'i). Sonuç olarak parçayı gerekli mukavemet eksenine uyacak şekilde dikkatlice ynlendirmelisiniz. Bunu yaparken destek yapısını da göz önünde bulundurarak denge sağlanması gerekecektir.

Kabuk Kalınlığı: Parçanın dış yüzey kalınlığına kabuk kalınlığı denir. Genel olarak kabuk ne kadar kalınsa, parça o kadar güçlü olur. Buna dayanarak, paranız için ihtiyacınız olan kabuk kalınlığına karar verebilirsiniz. Katman kalınlığının iki katı olan bir kabuk kalınlığı başlangıç için iyi bir noktadır.

Son işleme

Bir parça yazdırıldıktan sonra işimiz bitmez. Biraz ekstra çalışma ile basılı parçanın gücünü artırabiliriz.

Tavlama: Nylon, PET, PEEK ve bazı PLA formları gibi yarı kristal malzemeler tavlanaabilir. Bu, malzemenin kristal halinde tamamen dönüştürüldüğü, size daha sert ve daha güçlü bir parça veren bir ısıl işlemdir.

Uygulamalar



3D Baskı Uygulama Örneği

Güçlü basılı parçalar, endüstrilere ve işlevlere yayılmış geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Kullanmayı düşünmek isteyebileceğiniz malzemelerle birlikte mukavemetin kritik olduğu uygulama örnekleri:

İşlevsel prototipler: İşlevsel prototipler, geliştirilmekte olan ürünün nihai işlevselliğini test etmek ve göstermek içindir. İşlevsel prototipler, pratik kullanımda parçanın davranışı hakkında doğru verilerin toplanabilmesi için titizlikle test edilir. Bu, test aşamasında üretilen verilere güvenilebilmesi için prototipin ve nihai ürünün özelliklerinin eşleşmesi gerektiği anlamına gelir. İşlevsel prototipler aşınmaya ve yıpranmaya meyilli olduklarından sağlam olmaları gerekir. Bu uygulama için sert PLA ve [PET-G](#) filamentleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

Son Kullanım Bileşenleri: Son kullanım parçalarını yazdırırken, geliştirilmiş mukavemet özellikleri, 3D baskının kullanılabileceği son kullanım uygulamalarının sayısını büyük ölçüde artırır. Polipropilen genellikle protez gibi parçalar için kullanılır. Polikarbonat gözlük ve elektronik muhafazalar için kullanılır. Polipropilen, PET-G veya PEEK genellikle kimyasal temas gerektiren uygulamalar için kullanılır.

İmalat Yardımcıları: Parçaların imalatına yardımcı olan alet ve cihazlardır. Bunlar ayrıca montaj aşamasında parçaların montajını hızlandırmak için kullanılır. Bu uygulama için daha güçlü baskılar önerilir çünkü tekrar tekrar kullanımda çok fazla aşınma ve yıpranma yaşayabilirler. Burada Naylon ve PET-G kullanıma uygun malzemelerdir.

Bu bilgilerin malzeme seçimi konusunda sizlere yardımcı olabileceğini umuyoruz.

Kaynak: [ultimaker](https://ultimaker.com/nl/3d-printing/3d-printing-materials/3d-printing-materials-for-3d-printing)

FDM 3D Yazıcılar ile Dayanıklı 3D Baskılar

FDM 3D yazıcılarda üreteceğiniz üç boyutlu baskılarınızı nasıl daha dayanıklı ve sağlam hale getirebileceğinizi öğrenmek için rehberimizi inceleyebilirsiniz.

Daha Dayanıklı Baskılar için Dilim Ayarları

Yazıda bahsedilen ayarlar çapı 0,4 mm baskı ucu içindir, ideal katman yüksekliği ve genişliği baskı ucu çapına göre

oranlanmıştır. Kendi 3D yazıcınızın baskı ucu boyutlarına göre sayıları oranlayabilirsiniz.

Temel Ayarlar

Maker's Muse tarafından hazırlanan videoda 3D baskı parçaları daha güçlü hale getirmek için temel adımlar yer alıyor. Dayanıklılık, iç dolgu (infill) oranı, yüzey kalınlığı, katman yüksekliği ve ekstrüzyon genişliği (extrusion width) gibi değişkenler üzerinde çeşitli dilimleme seçenekleri uygulanabilir.

12%

30%

50%



İç dolgu oranlarına göre farklılaşan 3D baskı parçalar.

Genellikle gözden kaçan bir ayar olan dolgu örtüşmesi ise perimetrenin iç dolguya ne kadar iyi bağlandığında etkilidir ve sadece küçük bir artış yeterli olacaktır. Bu önerilerin gerçek hayattaki karşılığını görmek için çeşitli deneylere bir göz atmakta fayda var.

Soğutmayı Devre Dışı Bırakma veya Azaltma

Soğutma ile 3D baskı her filamente uygun olmasa da PLA gibi filamentler için oldukça kullanışlı bir özelliktir. Detaylı ve çıkıntılı tasarıma sahip parçalarda yüzey kalitesini artıran soğutma yöntemi, parçaların dayanıklılığını olumsuz yönde etkiler. Katman yapışmasının iyi olması baskı katmanı ve alt katmanın birlikte erimesine bağlı olduğu için soğutulan katmanlarda katman yapışması zor olacaktır. Baskı tasarımınıza göre soğutma seçeneğini eliyorsanız baskı sırasında fanı kapatmanız gerekir. Soğutma işlemi uygulanacaksa da yüzey kalitesini olumsuz etkilememek adına en düşük seviyede kullanmanız önerilir. CNC Kitchen tarafından hazırlanan video, PLA ve PETG filamentlerin soğutma seviyesine göre dayanıklılık testlerini gösteriyor.

Ekstrüzyon Genişliğini Artırma

Ekstrüzyon genişliğinin artması dayanıklılığı baskı ucu çapının %150-200'üne kadar artırır. Bu ayarın değiştirilmesiyle filament çıkış hızı artırıldığında iki sonuç doğar:

- Her seferde daha fazla malzeme çıkışı olur.
- Önceki katman ile baskı katmanının bağlanmasını kolaylaştırmak için daha fazla aşağı yönlü ekstrüzyon basıncı oluşur.

Aşağıdaki CNC Kitchen videosunda gösterildiği gibi, ekstrüzyon genişliği arttıkça daha az malzeme kullanılıyor, baskı daha az zaman alıyor ve parça daha güçlü hale geliyor. Bunu bir taşla üç kuş vurmak olarak özetleyebiliriz.

Doğrusal Dolgu Kullanın ve

Perimetre Sayısını Artırın

%50'den az iç dolgu ile basılan parçalar için petek deseni diğer desenlerin çoğundan daha dayanıklı olacaktır. Bununla birlikte, %50'den fazla iç dolgu yanında düz çizgili desenler ile daha dayanıklı baskılar alınırken, baskı petek desenlerine göre çok daha az zaman alır.

Anahat perimetre sayısının arttırılması, dolgu yoğunluğunun arttırılmasına kıyasla dayanıklılık üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir. Çünkü parçaların dış kısmında her zaman iç kısımdan daha fazla zorlanma yaşanır ve kalın duvarlar yüksek iç yoğunluktan daha kullanışlı hale gelir. %100 iç dolgu ile baskı her zaman en yüksek mutlak dayanıklılığı elde edecektir, ancak bir dayanıklılık-ağırlık oranı olan en yüksek özgül gücü elde etmek için dolgunun azaltılması ve daha fazla perimetre kullanılması gerekir.

Daha İnce Katmanlar Kullanın

Daha ince katmanlar, daha iyi katman yapışması ve genellikle daha yoğun parçalar sağlar. Baskı ucundan gelen ısı ince katmanların birbirine daha iyi yapışmasına yardımcı olabilir. Her iki durumda da, 0,1 mm'ye (100 mikron) kadar inmek dayanıklılığı en üst düzeye çıkaracaktır ancak 0,2 mm (200 mikron) seviyesi ile aradaki fark kayda değer bir dayanıklılık artışı getirmez. Bu nedenle daha kalın katman tercih ederek baskı süresini %25 oranında azaltmak çok daha değerli bir adım olabilir.

Sonuç: Dayanıklı 3D Baskılar

Özetlemek gerekirse, **FDM 3D baskılarınızın dayanıklılığını artırmak için soğutmayı azaltın, ekstrüzyon genişliğini artırın, doğrusal dolgu kullanın, perimetre sayısını artırın ve daha ince katmanlar kullanın.** Bu ipuçlarını ve püf

noktaları dikkate alarak 3D baskılarınızın dayanıklılığını önemli ölçüde artırabilirsiniz. Deneyleri ile bu alanda bilgi birikimine katkıda bulunan tüm 3D yazıcı kullanıcılarına ve derlemede emeği geçen 3Dprinting.com ekibine selamlar göndererek yazımızı sonlandırıyoruz.

3D baskılarınız için hangi filamenti kullanmanız gerektiğini bilmiyorsanız, [3D Yazıcı Filament Rehberimize](#) göz atabilirsiniz.

Kaynak: 3Dprinting.com