

ENA VISION



EKLEMELİ İMALAT İÇİN TASARIM KURALLARI



ERMAKSAN
INNOVATIVE TECHNOLOGIES

EKLEMELİ İMALAT DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

• Maliyet

Hem metal eklemeli imalat makinelerinin hem de kullandıkları malzemelerin maliyeti yüksektir. Bu nedenle, bazı uygulamalar için, geleneksel üretim teknikleri daha uygun maliyetli çözüm olabilir (metal eklemeli imalat yöntemi, çok sayıda üretilmesi hedeflenen parçalar için (örneğin rondela/bağlantı elemanı gibi) veya geleneksel olarak imal edilen büyük parçaların üretimi için uygun olmayabilir. Fakat geleneksel üretim yöntemleri ile üretilmeyen kompleks geometrili parçaların, birden fazla parçanın tek parça olarak üretilbileceği parçaların eklemeli imalat makineleri ile üretilmesi hem üretim süresi açısından hem de maliyet açısından avantaj sağlamaktadır. Bu kriterler ile sürekli üretim yaparak üretim maliyetlerinizi aşağı çekebilirsiniz.

• Eklemeli İmalat İçin Tasarım (DFAM)

Metal Eklemeli İmalat için en büyük yanılgılardan biri, geleneksel üretim için tasarlanan tüm parçaların bir eklemeli imalat parçasına dönüştürülebileceğidir. Bir parça geleneksel üretim yöntemi ile üretilmek için tasarlanmış ve eklemeli imalat üretimi düşünülerek tasarlanmamışsa eklemeli imalat ile üretime uygun değildir. Eklemeli imalat ile üretim için tasarım kurallarına uyarak parçalar tasarlanıp gerekli optimizasyonlar yapıldıktan sonra metal eklemeli imalat yöntemi ile üretim aşamasına geçilmelidir.

• Eklemeli İmalat Karmaşıklığı

Metal eklemeli üretim sistemleri, bugün piyasada bulunan FDM tipi polimer sistemlerinin çoğu gibi tak ve çalıştır özellikli değildir. Metal eklemeli imalat makineleri boyut olarak endüstriyeldir ve deneyimli operatörler ile tasarım aşamasından başlayarak eklemeli imalat için üretime hazırlık ve makineyi kullanma, malzeme taşıma, üretilen parçalar için ikincil işlemler ve bakım prosedürleri gerektirir. Aşağıda metal eklemeli imalat ile bir parça üretmenin tipik adımları tanımlanmıştır.



* Bu döküman ile verilen bilgiler örnek teşkil edip bilgi verilmeksizin ilave bilgi ve kurallar eklenebilir.

• Destek Yapıları

Metal eklemli imalat sürecindeki yüksek sıcaklıklar ve parça yapımının katman katman doğası nedeniyle, destek yapıları üretilmesi istenilen geometrideki parçayı üretim platformuna bağlamak ve parça üzerinde biriken termal enerji ile oluşan ısıyı emme görevi için kullanılır. Termal enerji, üretim süreci sırasında parça üzerinde artık gerilime neden olabilir. Diferansiyel soğutmadan kaynaklanan artık gerilim, her bir üretim katmanının bükülmesine ve çarpılmasına neden olur. Destek yapıları her katmanda yeni üretilen bölümden ısının alınıp uzaklaştırılmasına yardımcı olur. İkinci bir görev olarak destek yapıları, parçanın ısı gerilime karşı uygun şekilde üretilmesine yardımcı olur.

Bu nedenle destek yapıları eklemli imalat ile üretim yaparken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Destek yapıları üretim tamamlandıktan sonra üretilen parçadan uzaklaştırılması gerekir ve üretilen parçaya ilave ek maliyetler eklenmesine neden olur. Destek yapıları ile temas eden yüzeylerde her zaman son işlem gereklidir.(taşlama, parlatma, kumlama v.b.)

• İkincil İşlemler

Üretim sonrası nihai ürüne ulaşmak için bazı ikincil işlemler önerilir. Metal Eklemli imalat için önerilen en yaygın ikincil işlem yöntemleri şunlardır:

- Isıl işlem
- Destek kaldırma
- İşleme
- Yüzey işlemleri
- Parlatma
- Mekanik parlatma
- Elektro parlatma
- Kumlama

• Eklemli İmalat Tasarım Kuralları

Açıklanan tasarım kuralları tipik kurallardır ve deneysel kullanımla güncellenebilir. Farklı geometrik şekiller için bazı kurallar buna göre değiştirilmelidir.

Üretilen parçanın üretim platformu üzerindeki oryantasyonunun etkileri:

- Üretim maliyeti (Baskı Süresi)
- İkincil işlemlerin maliyetleri (Örneğin destek yapılarını kaldırma)
- Termal gerilme ve çatlak oluşumu (tek katmanda büyük lazerli bölgelerin taranması ile parça geometrisinde bozulma, artık gerilmeler)
- Belirli geometrideki parçaların üretilebilirliği (örneğin dahili kanallar, destek yapısı olmadan üretilebilen kısımlar)
- Yüzey kalitesi

1. Destek Gereksinim

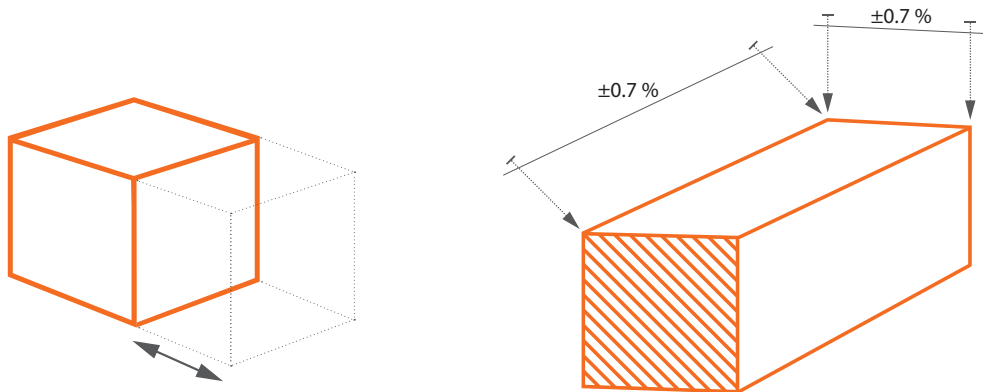
- Yukarıda detaylandırıldığı üzere üretim esnasında ergitilen metal tozu ile oluşan eriyik havuzunun katılaşması sırasında destek yapıları gereklidir.
- Eklemeli imalatla tüm üretim süreci bir önceki katmanın üzerinde devam eder. Bu nedenle önceki katman sonraki katmanları destekler.
- Yetersiz ve uygun olmayan destek yapıları, aşağıda belirtildiği gibi üretim hatalarına neden olabilir:
 - Termal gerilmeler geometrik yanlışlığa neden olur.
 - Biriken çarpıklıklar, yeniden toz serme kusurlarına yol açabilir.
 - Termal gerilmeler parça üzerinde çatlaklara yol açabilir.

Konsol Kiriş Yüzeyler – Konsol kiriş bir yüzeyde destek malzemesinin gerekli olmadığı minimum açı çoğu durumda yataya göre 45° veya üzeridir.



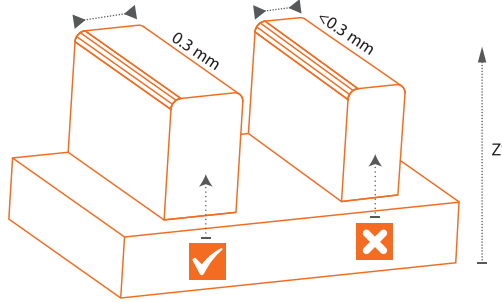
2. Toleranslar

- Soğutma sırasındaki büzülme süreçleri, bileşen boyutuna ve kullanılan malzemeye bağlı olarak bileşen boyutlarını etkiler.
- Üretim hassasiyeti doğrusal boyutun $\pm 0,7\%$ 'si (minimum tolerans $\pm 0,1$ mm, 100-200 μ m).



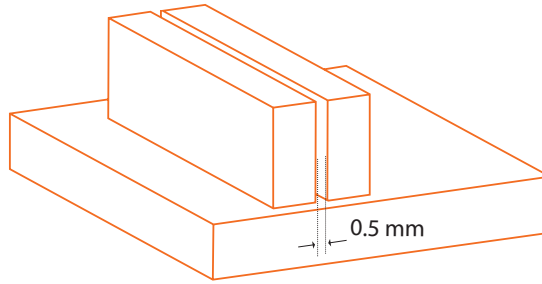
3. Cidar Kalınlığı

- Cidarlar $> 0,3$ mm kalınlıklarda oluşturulabilir. Bu değer toz çeşitlerine göre 1 mm'ye kadar değişebilir.
- Minimum cidar kalınlığı lazer çapı ve proses parametreleri ile sınırlıdır.



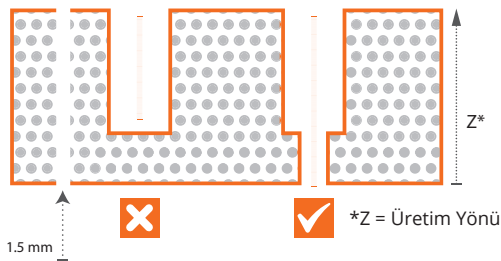
4. Minimum Boşluk

- Konturlar arasındaki boşluk 0,5 mm'den az ise, boşlukların malzeme ile kapanma ve hatta birleşme riski vardır.



5. Delinmiş Delikler

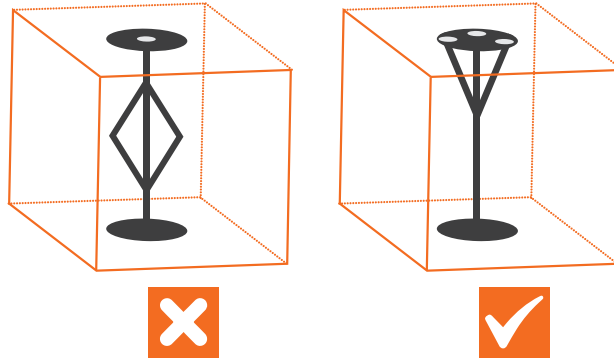
- Bileşenler kör delikli olarak üretilebilir ancak açık delikler daha uygundur.
- Kademeli katman etkisini en aza indirmek ve hassasiyeti en üst düzeye çıkarmak için, silindirik bileşenler ve delinmiş delikler Z yönünde yönlendirilmelidir.
- Delinmiş delikler için minimum boyut 1,5 mm'dir.
- Delik boyutu - 0,5 mm ile 6 mm arasındaki delik çapları desteksiz olarak güvenilir bir şekilde üretilebilir. 6 mm ve 10 mm arasındaki delik çaplarının desteklenmeden yapılmasını yönlendirmeye bağlıdır.



Delik boyutu - 0,5 mm ile 6 mm arasındaki delik çapları desteksiz olarak güvenilir bir şekilde yazdırılabilir. 6 mm ile 10 mm arasındaki delik çaplarının desteksiz inşası yöne bağlıdır. 10mm'den büyük çaplı yatay delikler, destek yapıları gerektirir.

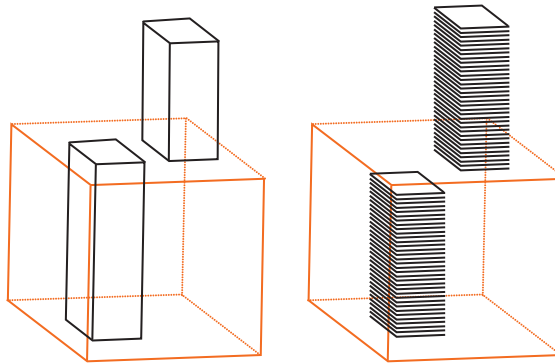
6. Kanallar

- Paralel sistemler her zaman yeniden bir araya gelmeli ve “ölü köşelerden” kaçınmak için tek taraftan erişilebilir olmalıdır.
- Yumuşak geçişler direnci azaltabilir ve tozun uzaklaştırılmasını kolaylaştırabilir
- Kesit boyutları $d > 8$ mm olan kanallar için, destek yapılarının kullanılmaması için kanallar gözyaşı / yağmur damlası şeklinde olmalıdır.



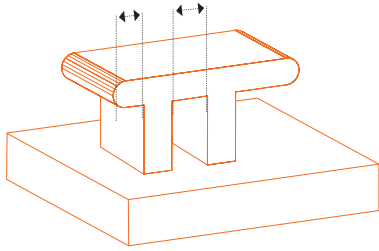
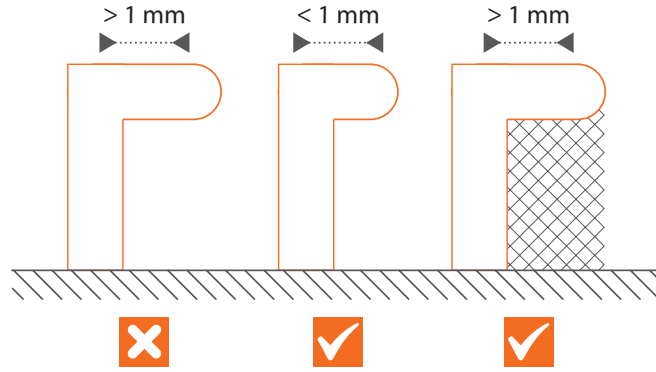
7. Dış Yapısı

- Yazdırılabilir en küçük dış yapı boyutu M6'dır. Tüm çap değerleri için ikincil işleme gereklidir.
- M2 kadar küçük dişler, üretim tamamlandıktan sonra manuel olarak oluşturulabilir.
- Parça tasarım sürecinde uygun çekirdek çapı oluşturulmalıdır.



8. Çıkıntılar (Owerhangs)

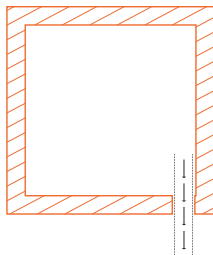
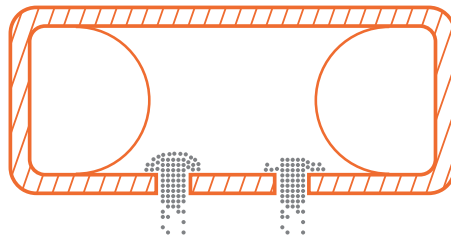
- 1 mm'ye kadar serbest çıkıntılar desteksiz oluşturulabilir. Bu değer geometri ve toz çeşitlerine göre değişiklik gösterebilir.
- Daha büyük çıkıntılar, üretim sırasında bileşenin stabilitesini sağlamak için bir destek yapısı veya yuvarlatılmış köşe gerektirir.



Desteklenmeyen Kenarlar - Konsol tarzı sarkan bir yüzeyin maksimum uzunluğu 0,5 mm'dir. Her iki uçta desteklenen sarkık bir yatay yüzey 1 mm uzunluğunda olabilir.

9. Toz Kaçış Delikleri

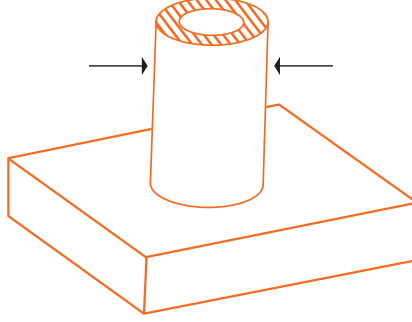
- Tozun kapalı şekilde üretilen yapılardan çıkmasını sağlamak için toz kaçış delikleri gereklidir. Minimum delik çapı 3,0 mm (0,12 inç) önerilir. Daha büyük delikler, toz giderme hızını artıracaktır.



Kaçış delikleri - Eritilmemiş tozu çıkarmak için içi boş metal parçalarda delikler gereklidir. 2-5 mm'lik bir delik çapı önerilir. Birden fazla kaçış deliği kullanmak, toz giderme kolaylığını artıracaktır.

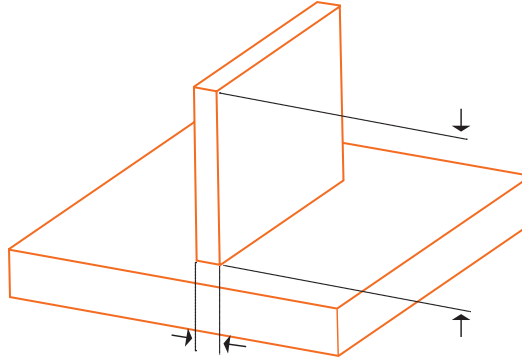
10. Pim Çapı

Pim çapı - Minimum güvenilir pim çapı 1 mm'dir. Daha küçük çaplar mümkündür, ancak daha düşük kontur keskinliğine sahip olacaktır.



11. En Boy Oranı

En Boy Oranı - Baskı parçası üzerindeki baskı parçasının stabilitesini sağlamak için duvar kalınlığının yüksekliğe en boy oranı 1: 6 olmalıdır.



Bu doküman ile verilen tüm bilgiler metal eklemeli imalat yönteminde dikkat edilmesi gereken hususları belirtmektedir. Verilen tüm bilgiler herhangi bilgi verilmeksizin değiştirilebilir. Eklemeli imalat için tasarım hakkında detaylı bilgi almak için lütfen bizimle iletişime geçiniz.

3dprinter@ermaksan.com.tr