



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

MAK 456-Alışılmamış İmalat Yöntemleri

Doç. Dr. Naci KURGAN

Eklemeli İmalat

*MAK 456-Alışılmamış İmalat
Yöntemleri*

Hafta-14



➡ 1. Eklemeli İmalat

- ➡ 3 boyutlu baskı, hızlı prototip üretme ya da serbest formlu üretim adları da verilen eklemeli imalat, “makineyle işleme gibi çıkarmalı üretim yöntemlerinin aksine, malzemelerin 3 boyutlu model verilerinden nesnelere yapmak için genellikle üst üste katmanlar şeklinde birleştirilmesi sürecidir”.

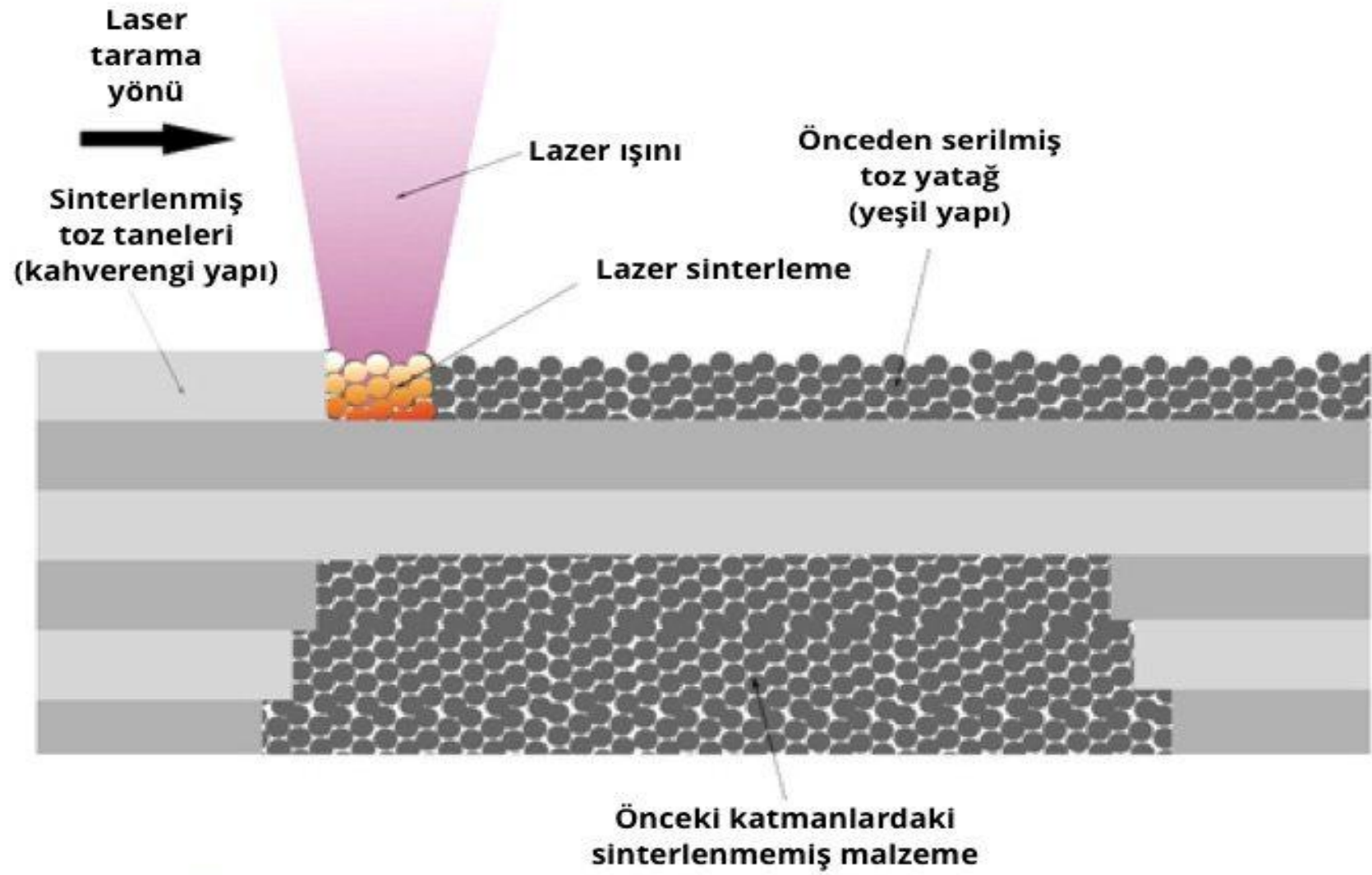
- Eklemeli Üretimin (EÜ) metal tozları ile birlikte kullanılması yeni ve büyümekte olan bir endüstri sektörüdür ve bu alanda önde gelen şirketlerin çoğu Avrupa'da bulunmaktadır. Bu yöntem, daha önce olduğu gibi sadece prototipler değil, metalden bitmiş şekilli karmaşık parçalar üretmek için de uygun bir yöntemdir.
- Eklemeli üretim artık havacılık-uzay, enerji, otomotiv, tıp, aletler ve tüketici ürünleri gibi çeşitli endüstriyel sektörlerde hem bir tasarım devrimine hem de bir endüstriyel devrime olanak vermektedir.



► 2. Eklemeli İmalat Teknolojileri

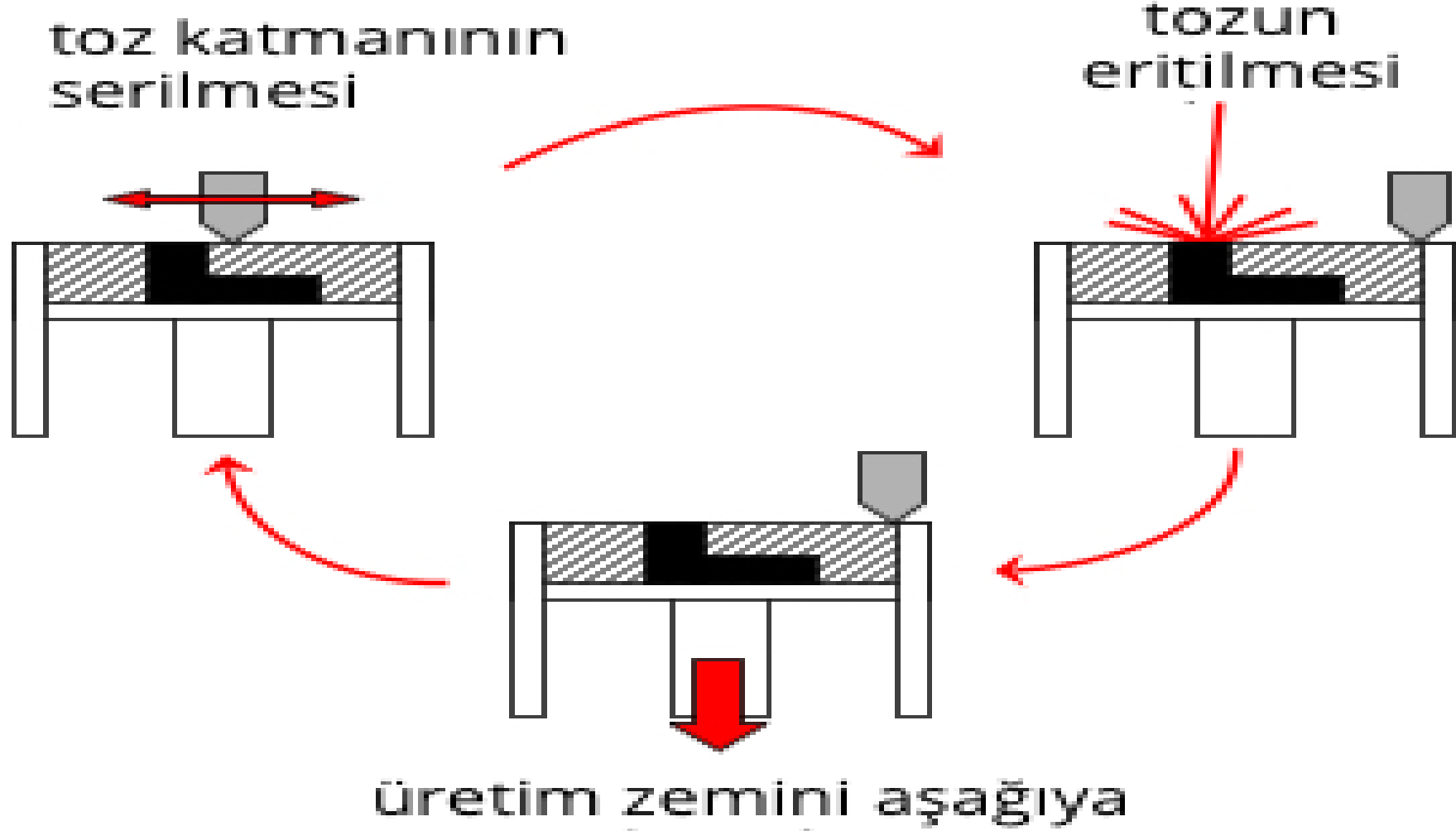
► 2.1 Metal tozları ile lazerli ergitmenin esasları

► Lazer ışınlı ergitme (*Laser Beam Melting*) sırasında, 100 μm gibi bir çapa sahip lazer ışını, toz yatağındaki üst toz katmanını yerel olarak ergitecektir. Lazer, metal tozu tanecikleri tarafından kısmen emilecek ve hızla katılan bir eriyik havuzu oluşturacaktır. Lazer gücü tipik olarak 200 W'tan 1000 W'a kadar değişir.



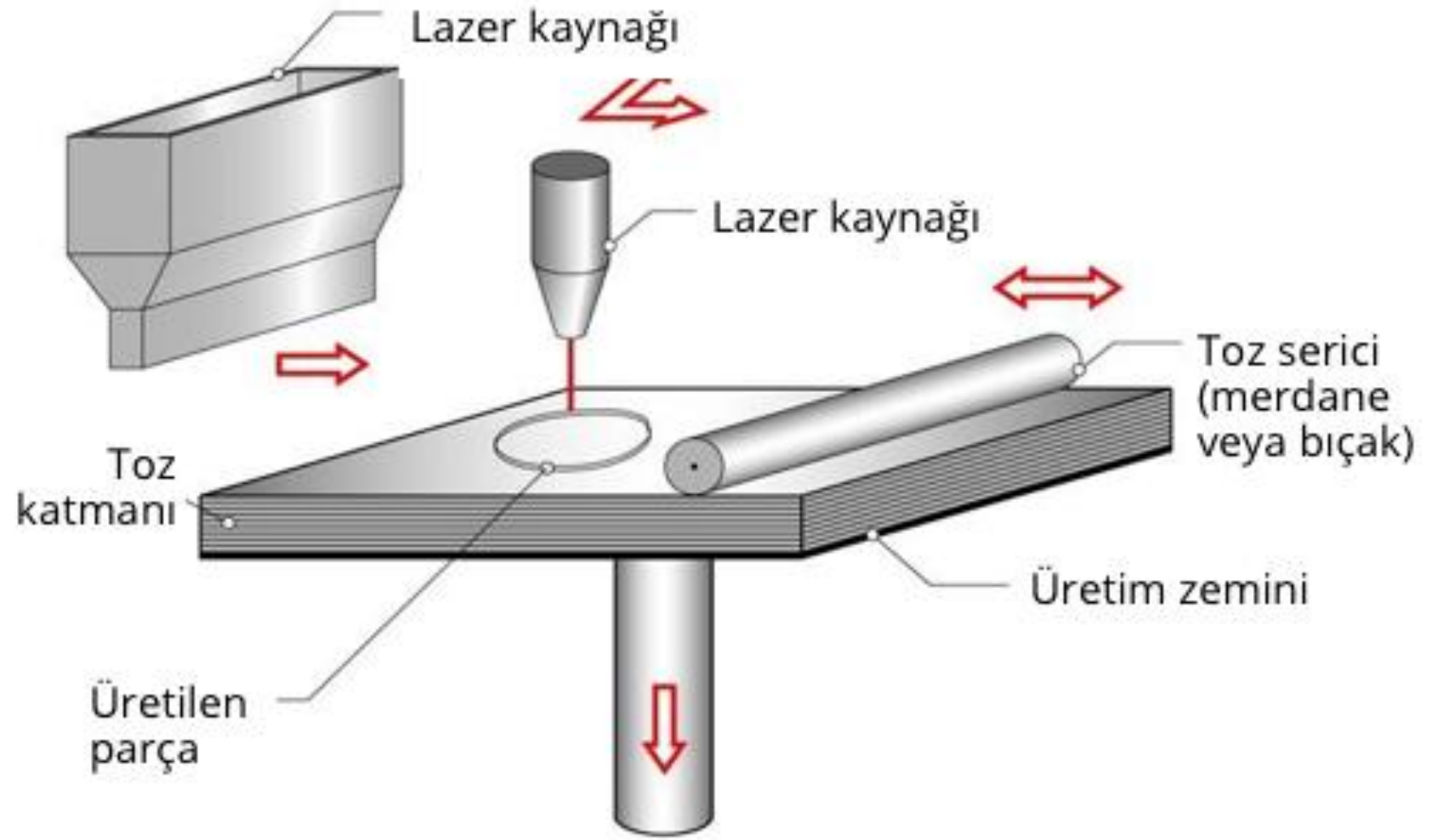
► 2.2 Metal eklemeli imalat süreçlerine genel bakış

- Işın-tabanlı toz yatak sistemlerinde (LBM [Laser Beam Melting] ya da EBM [Electron Beam Melting]), ilk olarak bir yapım platformunun üzerinde bir toz katmanı uygulanır. Ardından bir lazer ya da elektron ışını, tozun üst katmanını seçmeli olarak ergitir.
- Ergitmenin ardından platform alçaltılır ve bu döngü, parça toz yatağa gömülü olarak tamamen üretilene dek tekrarlanır.



►2.2.1 Lazer Işınli Ergitme

Lazer ışınli ergitme sürecinde, ilk önce bir tekrar kaplayıcı (bıçak ya da silindir) ile bir yapım platformunun üzerine bir toz katmanı uygulanır ve bir lazer ışını toz katmanını seçmeli olarak ertirir. Ardından platform 20'den 100 μm 'a kadar alçaltılır ve yeni bir toz katmanı uygulanır. Lazer ışınli ergitme işlemi tekrar edilir. Birkaç bin döngüden sonra (parçanın yüksekliğine bağlı olarak), üretilen parça toz yataktan kaldırılır.

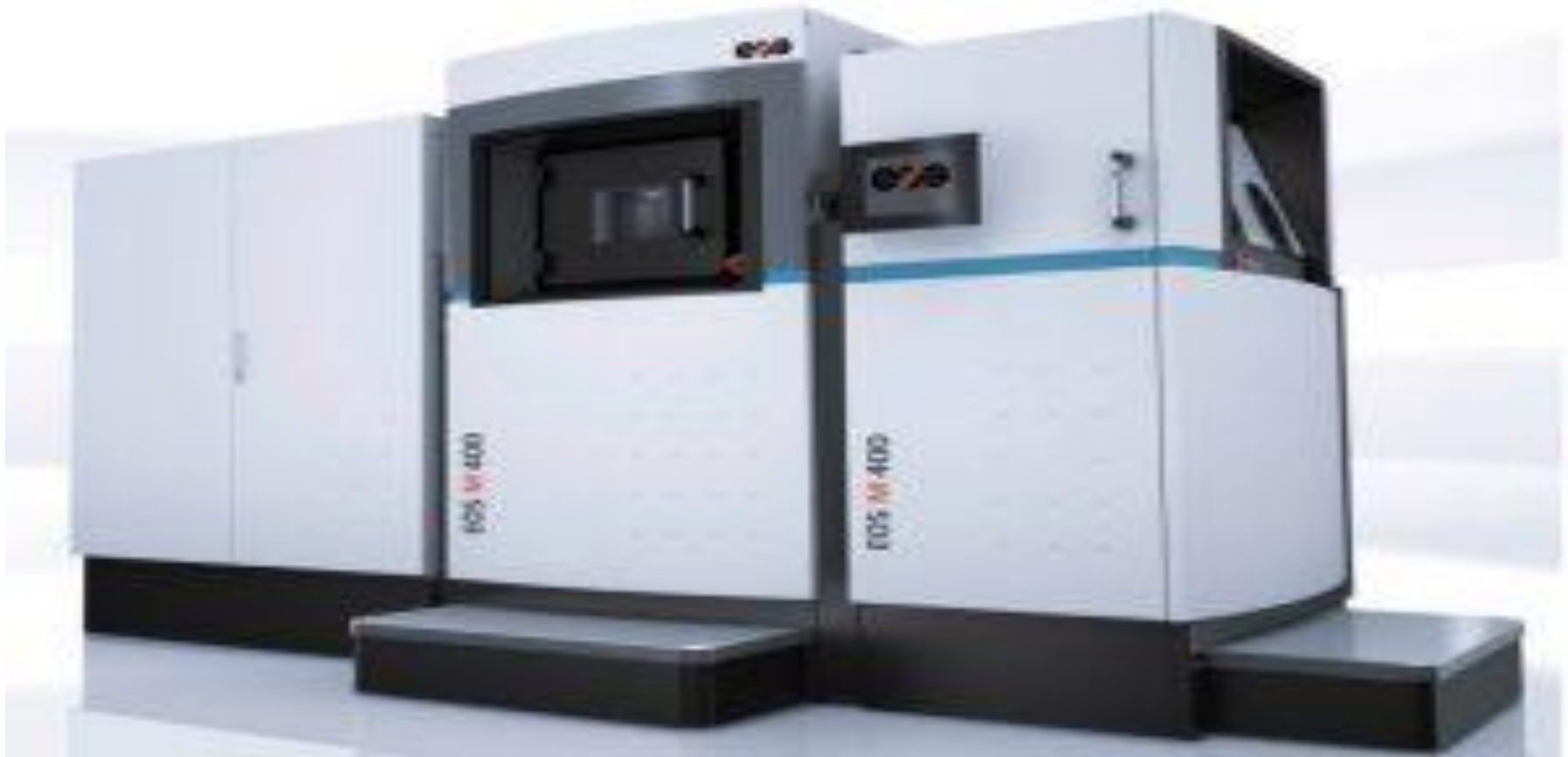




Lazer Işınli Ergitme ile üretilmiş karmaşık Yakıt Enjeksiyon Döndürücü



► Lazer Işınli Ergitme ile üretilmiş 316L cerrahi kılavuz



- EOS M 400, Üretici: EOS GmbH, Platform boyutu: 400x400x400 mm

►2.2.2 Elektron Işınli Ergitme

Elektron ışınli ergitme prosesi, yüksek ergitme kapasitesi ve yüksek verimlilik için ihtiyaç duyulan enerjiyi üreten yüksek güçlü bir elektron ışınina dayanır. Elektron ışını, son derece hızlı ve doğru ışın kontrolü sağlayan elektromanyetik bobinler tarafından yönetilir.

Elektron ışınılı ergitme prosesi vakum içinde ve yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilir, bu da gerilimi giderilmiş bileşenler sağlar. Elektron ışını, yapımdaki her bir katman için toz yatağın tamamını, kullanılan malzemeye özgü optimum bir ortam sıcaklığına kadar ısıtır. Sonuç olarak, EBM prosesi ile üretilen parçalar neredeyse hiç artık gerilme içermez ve martensitli yapılar içermeyen bir mikro-yapıya sahip olur.



Gelişmiş osseointegrasyon için entegre Trabeküler Yapılara™ sahip Ti6Al4V asetabular kapaklar



► γ -titanyum alüminitten yapılmış düşük basınçlı türbin kanadı

►2.2.3 Boyutlu baskı [3D Printing]

3 boyutlu baskı, iki adımdan oluşan dolaylı bir prosestir. Yapım platformuna bir toz katmanı uygulandıktan sonra, toz, yazıcı nozülü yoluyla beslenen bir bağlayıcı sayesinde toplanır.

İşlem, parçalar üretilene kadar tekrar edilir; bunun ardından hala « yeşil » aşamada olan parçaların toz yatağından dikkatle kaldırılmaları gereklidir.

Metal parçanın sertleştirilmesi ikinci bir adımda, bir bağlayıcıdan arındırma ve sinterleme işlemi sırasında gerçekleşir, bu adımı bazen bir infiltrasyon adımı izler.

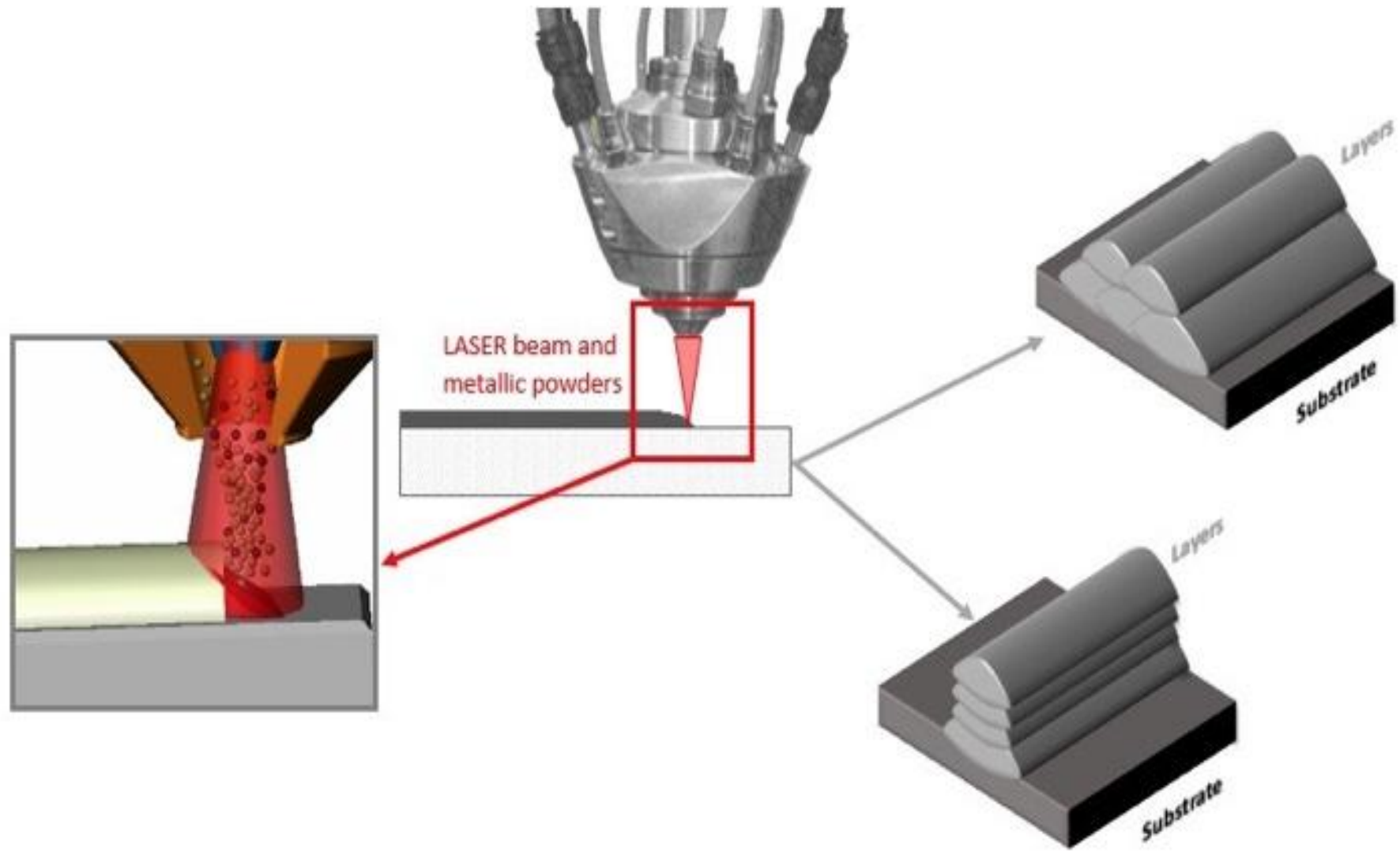
- 3 boyutlu baskı teknolojisi, lazer ışınli ergitmeden daha verimlidir ve herhangi bir destek yapısı gerektirmez.
- Ancak kullanılabilir malzemeler sınırlıdır ve elde edilen mekanik özellikler, lazer ve elektron ışınli ergitme ile elde edilenlerden daha düşük olabilir.



►2.2.4 Doğrudan Enerji Biriktirme

Doğrudan enerji biriktirme prosesinde, çok eksenli bir kol üzerine monte edilmiş olan bir nozül, ergimiş malzeme belirlenen yüzey üzerinde biriktirir ve malzeme bu yüzey üzerinde sertleşir.

Bu teknoloji, seçici lazerli ergitmeden daha yüksek verimlilik ve ayrıca daha büyük parçalar üretme kabiliyeti sağlar, ancak tasarım serbestliği çok daha kısıtlıdır: örneğin, kafes yapıların ve iç kanalların yapılması mümkün değildir.



► **Eklemeleli imalatın faydaları**

- Konvansiyonel döküm ve makineyle işlemeye karşı daha yüksek tasarım serbestliği
- Ya kafes yapılı tasarımın kullanılmasıyla ya da parçaların başka kısıtlamalar olmadan malzeme sadece olması gereken yerde olacak şekilde tasarlanmasıyla mümkün kılınan hafif yapılar
- Karmaşık iç kanallar ya da tek bir parça halinde üretilmiş birkaç parça gibi yeni fonksiyonlar

- Bitmiş şekil süreci, makineyle işlemeye karşı 25 kata kadar daha az ham madde tüketimi anlamına gelmektedir ve pahalı ya da işlenmesi zor alaşımlar söz konusu olduğunda önemlidir. Bitmiş şekil kabiliyeti, karmaşık parçaların tek bir adımda oluşturulmasına yardımcı olur, böylece kaynak ve sert lehimleme gibi birleştirme işlemlerinin sayısını azaltır ve talaş oluşumu olmaz.
- Kalıplar ya da metal şekillendirme ve çıkarma aletleri gerektiren diğer konvansiyonel metalürji proseslerinin aksine alet gerekli değildir.

► Ekllemeli imalatın sınırları

- Parça büyüklüğü: Toz yatak teknolojisinde, parça boyutu, standart toz yatak sistemleri için 250x250x250 mm olan toz yatak boyutu ile sınırlıdır. Bununla birlikte, doğrudan enerji biriktirme (ya da lazer metal biriktirme) süreçleri ile parça boyutları daha büyük olabilir. Ancak toz katmanlarının düşük kalınlığı nedeniyle, yüksek parçaların ya da büyük parçaların yapılması çok yavaş ve maliyetli olabilir.

- Eklemeli üretim prosesleri genellikle üniter ya da küçük seriler için uygundur ve toplu üretim için uygun değildir. Ancak makine üretkenliğini arttırma ve dolayısıyla daha büyük serilerin üretimine olanak verme yolunda ilerlemeler kaydedilmektedir. Küçük boyutlu parçalar için, yılda 25000 parçaya kadar seriler halihazırda mümkündür.
- Birçok alaşım mevcut olmakla birlikte, kaynaklanabilir olmayan metaller eklemeli imalat ile işlenemez ve kaynaklanması zor alaşımlar ise özel yaklaşımlar gerektirir.