



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

MAK 456-Alışılmamış İmalat Yöntemleri

Doç. Dr. Naci KURGAN

Lazer Sinterleme

*MAK 456-Alışılmamış İmalat
Yöntemleri*

Hafta-13



Lazer Sinterleme

- ▶ Lazer sinterleme Hızlı Prototipleme Teknolojileri içinde yer alan ve CAD programları ile birlikte 3D parçaların (kalıp aparat olmadan) lazer ışını kullanılarak üretilmesi işlemidir.
- ▶ Kökeni 1971 yılı Teksas Üniversitesindeki çalışmalara dayanmaktadır. İlk Ticari Lazer Sinterleme tezgahı EOS firması tarafından geliştirilmiştir. EOS Firması günümüzde de lazer sinterleme tezgah sektöründe lider konumdadır.

Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri

- ▶ Lazer sinterleme prosesi, toz malzeme kullanarak, ısı oluşumunu sağlayan lazer ile katman katman CAD verisinden 3D parçalar oluşturmaktadır.
- ▶ Lazer sinterlemede işlem sırası data oluşturulması, inşa, yüzey işlemleri olarak üç grupta sıralayabiliriz.

Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri

- Data oluşturulması her hangi bir CAD programında 3D model olarak tasarlanması ve CAD dosyasının STL uzantılı kaydedilmesidir. Hızlı imalat için kullanılan cihazlarda STL formatı standartlaştırılmıştır.
- Sonrasında eldeki STL formatlı modelimiz prototip cihazının yazılımında açılır. Açılan model yazılım tarafından parçanın yüksekliği boyunca yatay katmanlara bölünerek (metaller için 0.05mm) Lazer sinterleme cihazının parçalarını inşa sırasını kullanmak üzere hazırlar.

Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri

- İnşa süresinde ise akış şöyle gelişir, ilk önce yapılacak parçanın hangi alaşımdan veya metalden yapılacağı tespit edilir bu seçim üretimden sonrada malzemenin mekanik özelliklerini de etkileyecektir.
- Metal tozu Lazer sinterleme cihazlarının üretici firmaları tarafından mekanik özelliklere göre veya kullanım alanlarına göre özel olarak hazırlanmaktadır. Metal tozunun tane boyutu da (yaklaşık boyut 4μ) işlenebilirlik açısından da burada önem kazanmaktadır. Metal tozu seçiminden sonra makinenin kartuşunu bu toz ile doldurarak işleme başlanır.

Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri

- Isıtıldığında birbiri ile birleşebilen toz halindeki inşaat malzemesi ince ve düz bir tabaka şeklinde katman kalınlığı kadar üretim tablası üzerine yayılır.
- Gücü 80W ile 200W arası olan lazer, tarayıcı sistem aracılığı ile tabaka şeklindeki tozlar üzerinde seçilen bölgeleri tarar ve ilk katman inşası biter.

Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri

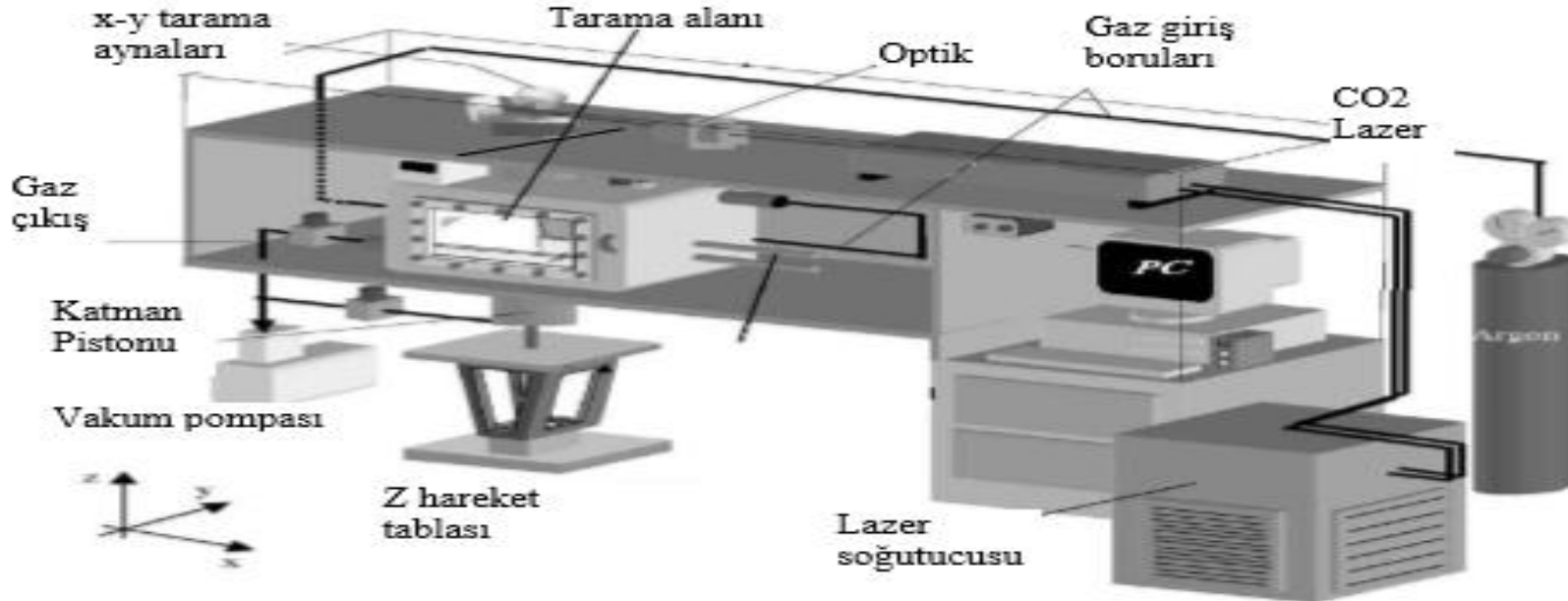
- Sonra diğer katman inşası için tezgah tablası altındaki platform, katman kalınlığı kadar aşağı iner. Toz yayıcı mekanizma aracılığıyla bir önceki taranmış katmanın üzerine yeni katman kalınlığı kadar toz serilir ve lazer ile taranır.
- Bu işlem model oluşuncaya kadar tekrar tekrar devam eder.

Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri

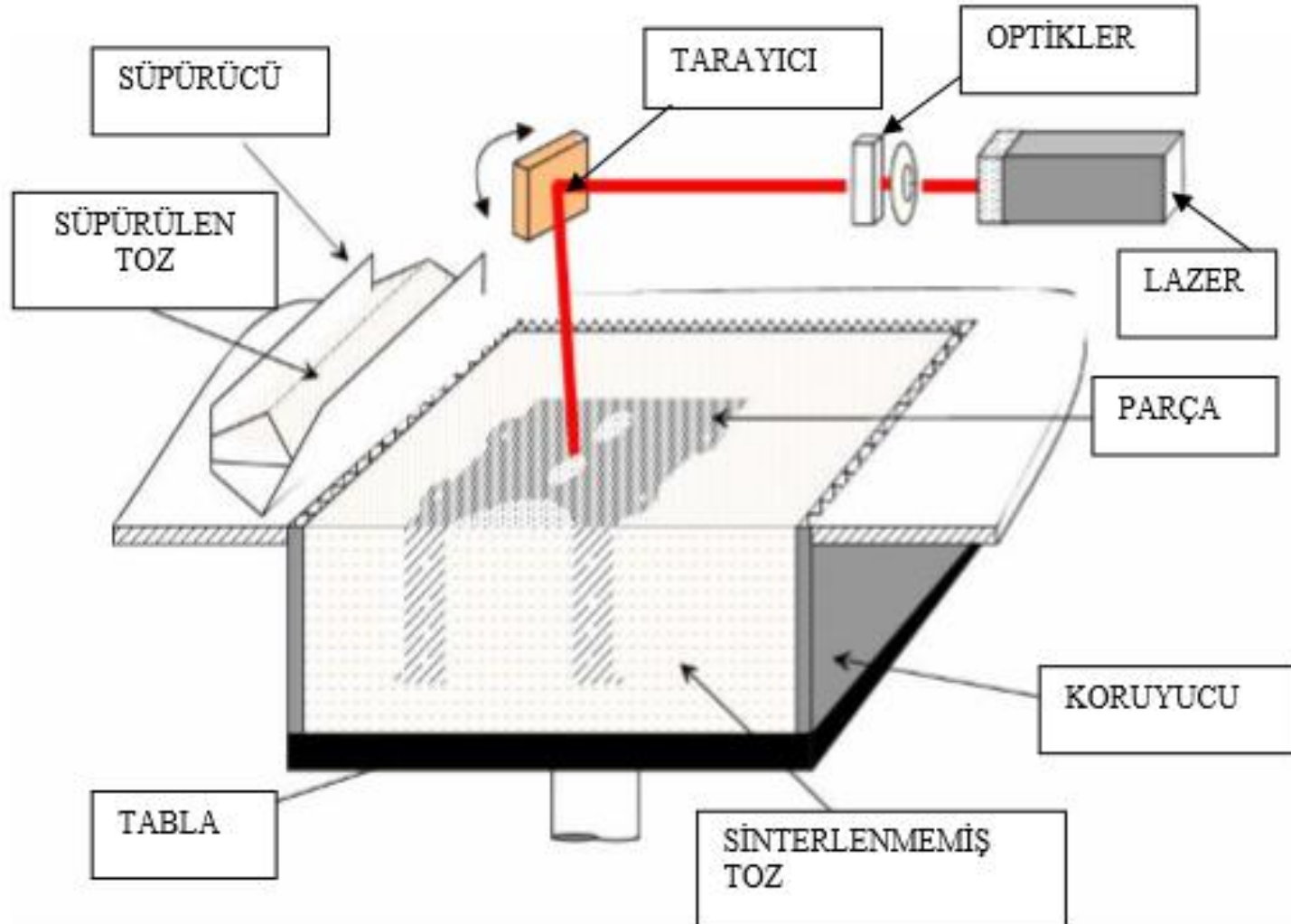
- ▶ Sinterleme işleminin tamamlanmasından sonra sinterleme istasyonunun soğuması için bir süre beklenir. Sonra parça, tezgâh üretim tablası üzerinden alınır ve doğal destek görevi üstlenmiş tozlar, fırça veya vakumlu süpürge ile temizlenir.
- ▶ Lazer sinterleme parçaları kumlama, isteğe bağlı boyama gibi son işlemlere ihtiyaç duyar. Lazer sinterleme sistemi, sinterleme istasyonunun dışında, kullanılmış tozun belirli oranda yeniden kullanılmasını sağlayan geri dönüşüm sistemini içerir.

Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri

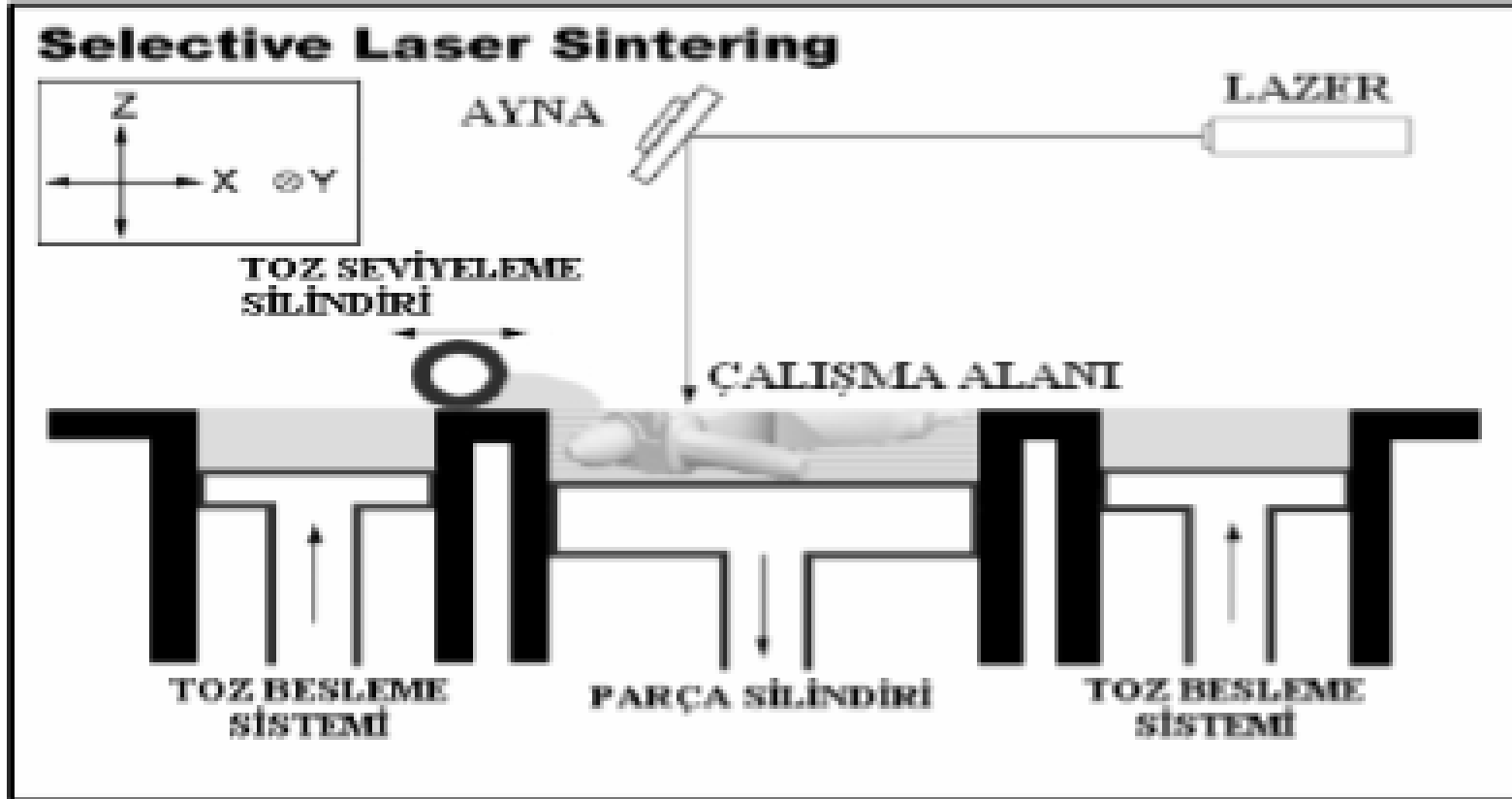
- Genellikle Lazer sinterleme makinelerinde ortamda bir gaz bulunmaktadır. Bu gaz genellikle argon gazıdır. Korozyif ortamdan kurtaracağı gibi aynı zamanda lazerin tanecikleri kaynağını sağlıklı yapması için kullanılmaktadır.



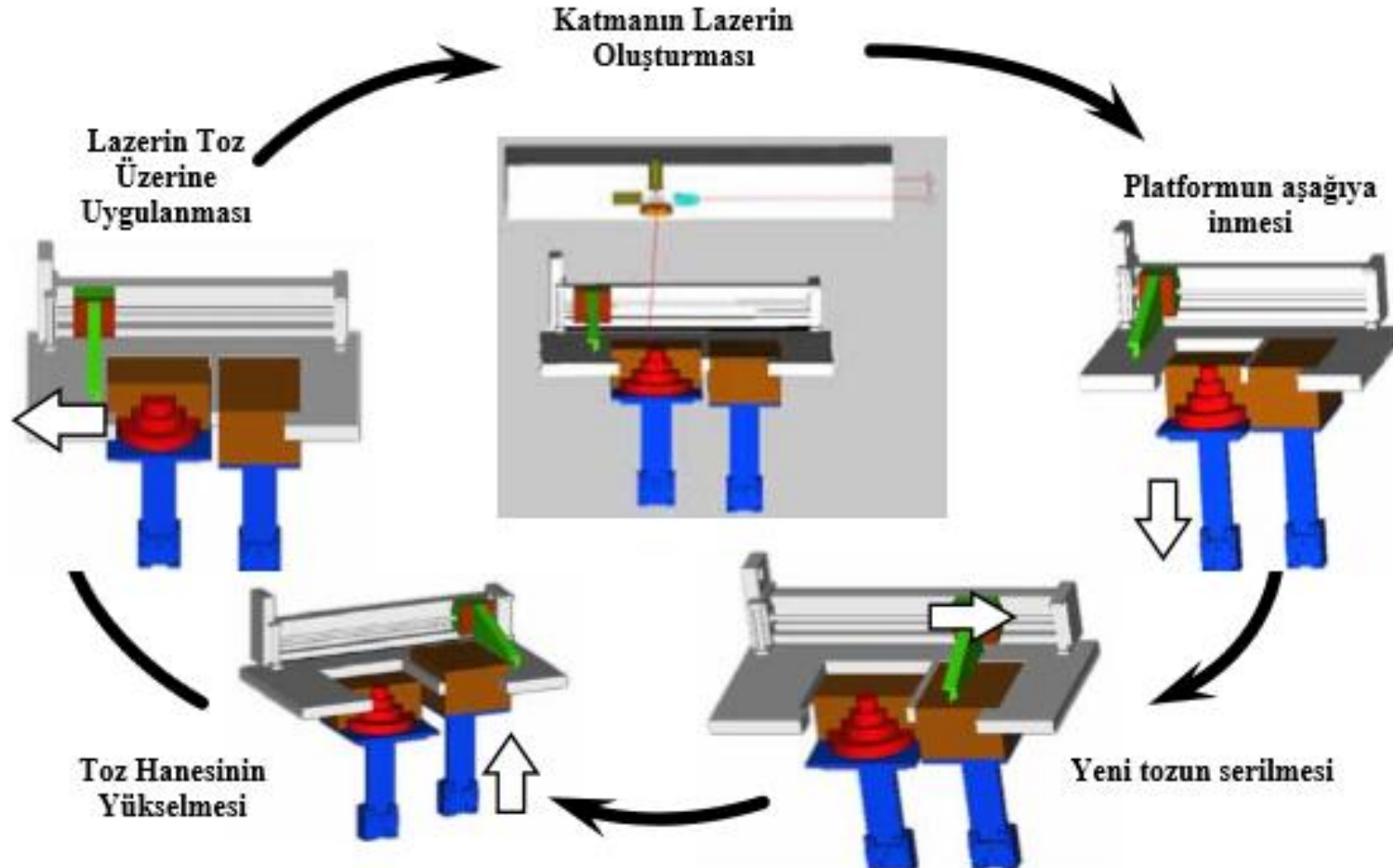
Lazer Sinterleme Tarama Alanı Elamanları



Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri



Lazer Sinterleme Çalışma Prensipleri



Lazer İle Sinterleme Prosesi

- Önceden STL formatından cihazın yazılımı tarafından katmanlara bölünen parça şeklindeki gibi bir toz havuzunda tablanın düşey ekseninde her hareketi bir katmana eşit olacak şekilde lazer tarafından her katmanda katmandaki parça görünüşü sinterlenmektedir. Katmanların taranması sırasında parçanın oluşturulacağı yerleri lazer yakmakta boş geçecek yerleri lazer sistemi kesilerek boş geçmesi sağlanmaktadır. Her katmanın sinterleme işlemi bittikten sonra ve tabla aşağı yönde bir katman oluşturacak kadar (20 μ kadar) hareket etmektedir. Süpürücü vasıtası ile yeni toz havuz üzerine serpilerek işlemler tekrarlanır.

Lazer Sinterleme Teknik Özellikleri

► Lazer sinterleme tezgahları

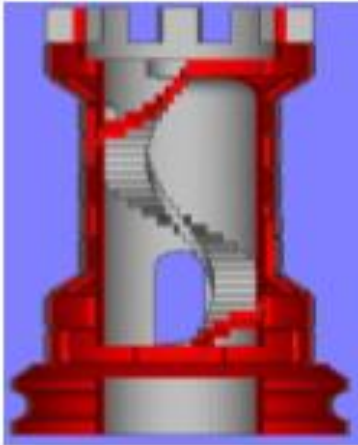
- Yaklaşık olarak $\pm 20 \mu\text{m}$ hassasiyetle,
- Ortalama $70 \mu\text{m}$ kenar açıklığıyla (dökümde $80 \mu\text{m}$)
- 24 saat içinde yaklaşık 450 parça üretim kapasitesiyle,
- 80 – 800 Watt arası lazer gücüyle,
- 16 – 1600 cm^2 'lik parça üretim tezgah alanı ile çalışmaktadır.

Lazer Sinterleme Kullanım Alanları

- ▶ Lazer sinterleme genel olarak otomotiv sanayisinde, uzay endüstrisinde ve biyomedikal alanda kullanılmaktadır. Bu teknolojiyle polimerler, metaller ve seramik maddeler işlenebilmektedir.
- ▶ Demir, bakır, titanyum, nikel, kobalt, tungsten, altın gibi birçok metalin lazer sinterleme işlemine tabi tutulması mümkündür.

Lazer Sinterleme Kullanım Alanları

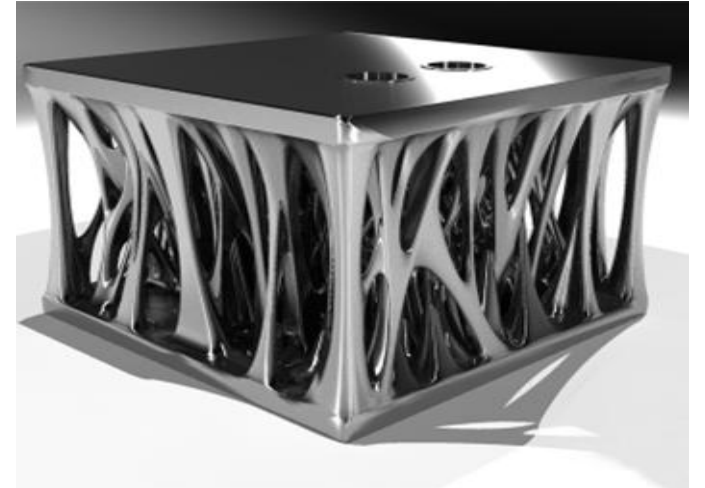
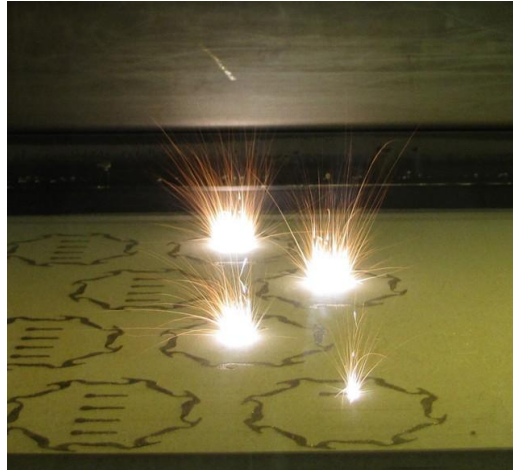
- Lazer Sinterleme ile metal ve plastik temelli malzemeler üretilebilmektedir. Ayrıca alışılmış imalat teknolojisi ile üretilemeyecek kadar karmaşık geometriler lazer sinterleme ile kolayca üretilebilmektedir.



Lazer Sinterleme Kullanım Alanları

- ▶ Lazer sinterleme tıp alanında diş protezleri ve implantların üretiminde çok yaygın olarak kullanılmaktadır.
- ▶ Tıp alanında bu teknoloji implant üretiminde ve MR dataları ile tomografi datalarını kullanarak imalat edilebilirliği sayesinde bu alana büyük kolaylık ve birebir adaptasyon sağlamaktadır.
- ▶ Parçaların katman halinde üretilmesi bir homojenlik sağlayacağından malzemenin içyapısındaki mekanik özellikler farklılık göstermeyecektir.
- ▶ Bu sayede hastaya birebir uyacak ve döküm yoluna göre daha sağlam, dayanıklı, kaliteli implantlar yapılmaktadır.

Lazer Sinterleme ile Üretilen Parçalar



Avantajları

- ▶ Lazer sinterleme yönteminin iş/zaman oranı oldukça yüksektir. Toz malzeme oldukça kolay ve hassas bir şekilde işlenebildiğinden yöntem verimlidir.
- ▶ Lazer sinterleme yöntemi malzeme olarak; mum, naylon, polikarbonatlar, plastik, metal veya seramik tozları kullanılabileceği gibi bunların karışımlarından oluşan kompozit tozların da dahil olduğu geniş bir ürün yelpazesi sunar.
- ▶ Lazer sinterleme yöntemi ile imal edilmiş model için gerekli bitirme işlemleri minimum seviyededir.

Avantajları

- ▶ Metal alt yapı üretimlerinde döküm işlemlerindeki büzülme ortadan kalkmakta ve böylelikle çok karmaşık geometriler üretilebilmektedir.

Dezavantajları

- Bilgisayar ortamında hazırlanmış üç boyutlu tasarımın, Lazer sinterlemeye naklini sağlamak için ara yüzeye ihtiyaç duyulmaktadır.
- Yaygın kullanılan ara yüzey STL formatıdır. Ancak STL formatı çoğu kez orijinal CAD veri dosyasından daha büyük yer kaplar ve çok fazla gereksiz bilgi içermektedir. İkinci olarak STL formatında geometri kusurları bulunmaktadır. Çünkü çoğu ticari CAD sağlayıcısı tarafından kullanılan dönüştürme algoritmaları günümüzde yetersiz kalmaktadır ve büyük STL dosyalarının çözülmesi saatler alabilmektedir.

Dezavantajları

- ▶ Sinterleme sonrası soğuma için bir bekleme süresi vardır.
- ▶ Toz nispeten pahalıdır.

EOSINT M 100



EOS M 100 Teknik Verileri

Üretim Hacmi	Ø 100 mm x 95 mm (Höhe, inkl. Bauplattform)
Lazer Tipi	Yb-Fiber Lazer; 200 W
Hassas Optikler	F-Theta-Lens; Yüksek-Hızlı Scanner
Scanner Hızı	7,0 m/s (23 ft./sec)
Fokus Çapı	40 µm
Güç Kaynağı	200-240 V
Güç Tüketimi	maks. 1,7 kW
İnert Gaz Tedariği	maks. 4,000 hPa, 50 l/min

Ebatlar [G x D x Y]

Sistem	800 mm x 950 mm x 2.250 mm
Tavsiye Edilen Kurulum Ortamı	min. 1,00 m x 3,00 m x 2,5 m
Ağırlık	580 kg

Yazılım

EOSPRINT, EOS RP-Tools, CAMbridge (Daimi lisans ile.)

Materyaller *

EOS CobaltChrome SP2 (CE-sertifikalı, CE 0537), EOS StainlessSteel 316L, EOS Titanium Ti64**

Opsiyonel Aksesuarlar

EOSTATE Laser, wet-separator, kumlama kabini, eleme-sistemi**

EOSINT M 100



Technical Data

Building volume (including building platform)	250 mm x 250 mm x 325 mm (9.85 x 9.85 x 12.8 in)
Laser type	Yb-fibre laser, 200 W or 400 W (optional)
Precision optics	F-theta-lens, high-speed scanner
Scan speed	up to 7.0 m/s (23 ft./sec)
Variable focus diameter	100 - 500 μ m (0.004 - 0.02 in)
Power supply	32 A
Power consumption	maximum 8.5 kW / typical 3.2 kW
Nitrogen generator	integrated
Compressed air supply	7,000 hPa; 20 m ³ /h (102 psi; 706 ft ³ /h)
Argon supply	4,000 hPa; 100 l/min (58 psi; 3.5 ft ³ /min)

Dimensions (B x D x H)

System	2,200 mm x 1,070 mm x 2,290 mm (86.6 x 42.1 x 90.1 in)
Recommended installation space	min. 4.8 m x 3.6 m x 2.9 m (189 x 142 x 114 in)
Weight	approx. 1,250 kg (2,756 lb)

Data preparation

Software	EOS RP Tools; EOSTATE Magics RP (Materialise)
CAD interface	STL. Optional: converter for all standard formats
Network	Ethernet

FORMIGA P 110



Technical Data

Effective building volume	200 mm x 250 mm x 330 mm (7.9 x 9.8 x 13 in, excl. pyrometer measurement spot)
Building speed (depending on material)	up to 20 mm height/h (0.79 in/h)
Layer thickness (depending on material)	0.06 mm (0.0024 in), 0.1 mm (0.0039 in), 0.12 mm (0.0047 in)
Support structure	not required
Laser type	CO ₂ , 30 W
Precision optics	F-theta lens
Scan speed during building	up to 5 m/sec (16.4 ft/sec.)
Power supply	16 A
Power consumption	2 kW
Nitrogen generator incl. external nitrogen connection	integrated
Compressed air supply	min. 6,000 hPA (87 psi); 10 m ³ /h (13.08 m ³)

Dimensions (B x T x H)

Machine with powder containers and touch screen	1,320 mm x 1,067 mm x 2,204 mm (51.97 x 42.01 x 86.77 in)
Recommended installation space	3.20 m x 3.50 m x 3.0 m (126 x 137.8 x 118.1 in)
Weight	approx. 600 kg (1,323 lb.)
Unpacking and sieving station (optional)	1,200 mm x 700 mm x 1,500 mm (47.24 x 27.56 x 59.06 in)
Powder mixing station (optional)	700 mm x 500 mm x 1,000 mm (27.56 x 19.69 x 39.37 in)

Data preparation

Software	EOS RP Tools (optional); Desktop PSW
Data interface to CAD system	STL (optional: converter to all common formats)
Network	Ethernet