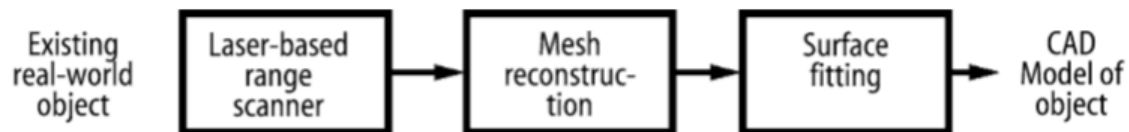
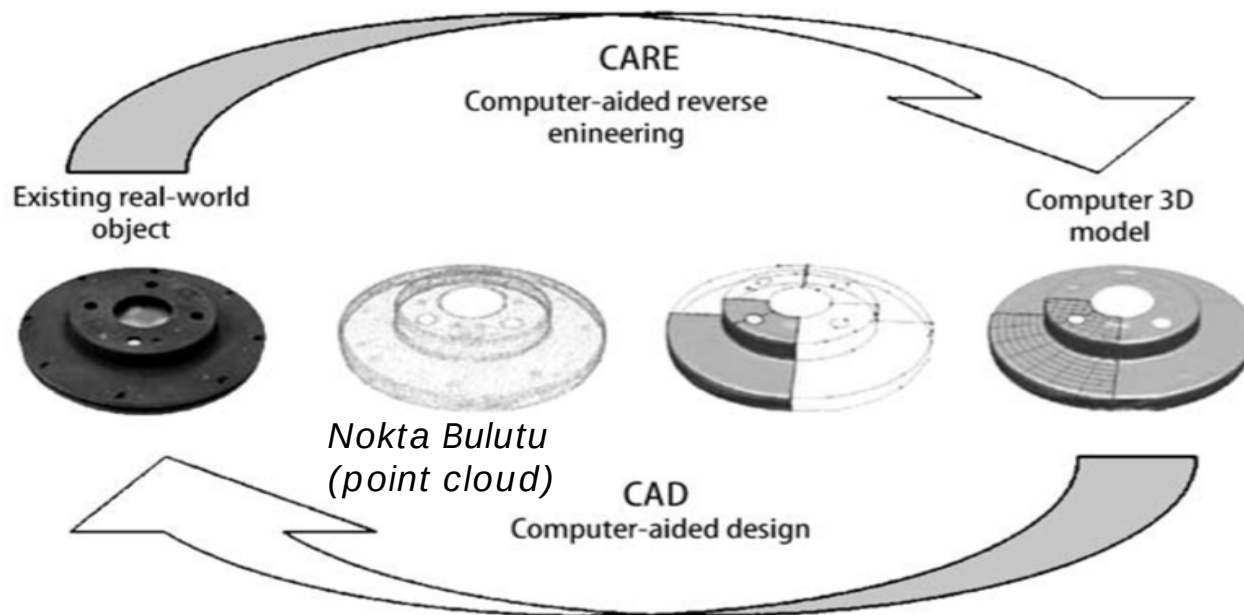


TERSİNE MÜHENDİSLİK

Dersin İçeriği :

- Tersine mühendislik nedir ve endüstriyel uygulamalar,
- Üç boyutlu ölçüm sisteminin kurulumu,
- Üç boyutlu tarama işlemleri,
- Taranan verilerin export edilmesi ve işlenmesi,
- Ürünlerin ölçüm ve kalite kontrollerinin yapılması,
- Ürünün veya montajın üretim aşamalarının tahminin yapılması,
- Üç boyutlu yazıcı ile parça üretimi uygulamalarının yapılması.



Tersine Mühendisliğin Günümüzdeki Yeri

Tersine mühendislik terimi, ilgili teknolojilerin haksız rekabet yoluyla orijinal bir tasarımın illegal olarak kopyalanması amacıyla da kullanılıyor olmasından dolayı negatif yönde etkilenmiştir. Bugünün üretim dünyasında ise Tersine Mühendislik kavramı yeni ürünlerin üretilmesi ve eski ürünlerin yeni versiyonlarının tasarlanması için kullanılan bir uygulama olarak geçer. Burada kullanılan "Tersine" (Reverse) terimi dijital ve fiziksel dünyalar arasında yapılan data aktarımının çift yönlülüğünden gelmektedir.

TERSİNE MÜHENDİSLİK

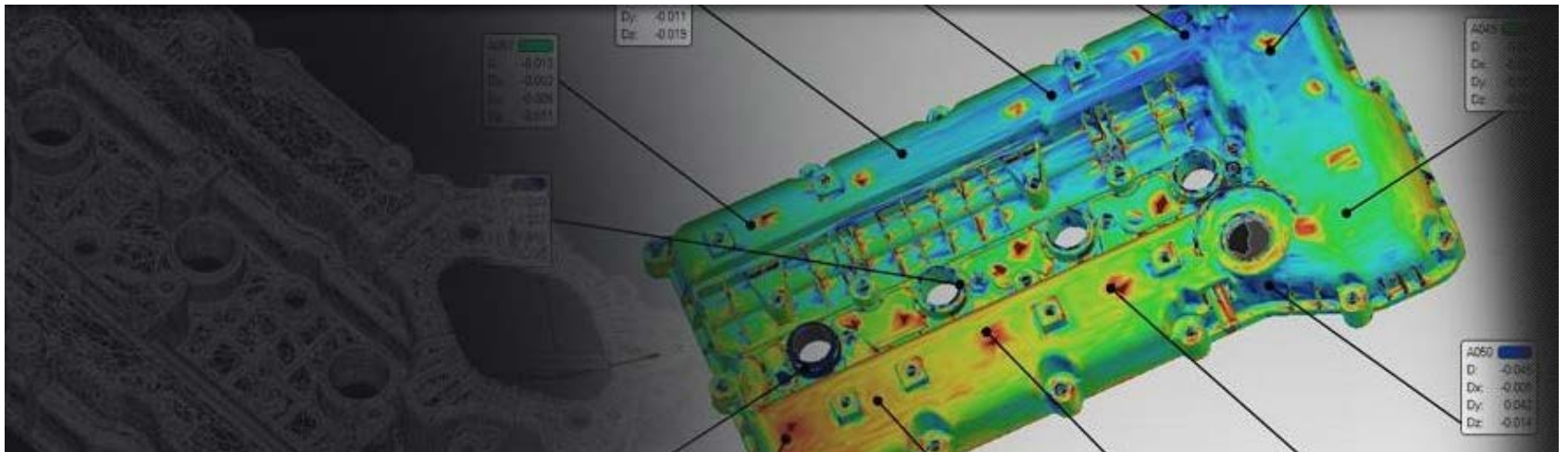
Tersine Mühendislik yöntemi, Üretilmek istenilen, üzerinde değişiklik ya da geliştirme yapılması planlanan ancak elinizde sadece numunesi bulunan parçalarınızın bilgisayar ortamında kullanılabilir datasını elde etmek için 3 boyutlu lazer ya da optik tarama sistemleri yardımıyla elde edilen **nokta bulutu** veya **STL data** üzerinden hassas bir şekilde, imalata yönelik CAD modellerinin oluşturulmasıdır. Özellikle, El yapımı parçaların veya Deforme olmuş/bozulmuş kalıpların CAD datasının oluşturulması ve yeniden işlenmesinde Tersine Mühendislik yönteminden yararlanılmaktadır.

TERSİNE MÜHENDİSLİK

Tersine Mühendislik, bir makineyi veya nesneyi kopyalamak veya geliştirmek amacıyla veya çalışma prensibini belirlemek amacıyla parçalara ayırmak olarak da tarif edilmektedir. Bu tarif, özde yanlış olmamakla birlikte eksiktir. Tersine Mühendislik, var olan bir nesnenin tasarım bilgilerinin bulunmadığı durumlarda, nesneyi yeniden üretebilmek veya geliştirebilmek amacıyla, ürünün üç boyutlu uzayda sayısal tasarım bilgilerinin elde edilmesidir.

TERSİNE MÜHENDİSLİK

Bilgisayar destekli tasarım (CAD) daha popüler hale geldikçe, tersine mühendislik, 3D bilgisayar destekli tasarım (CAD), bilgisayar destekli üretim (CAM), bilgisayar destekli mühendislik (CAE) ve diğer yazılımlarda kullanılmak üzere, var olan parçaların üç boyutlu sanal modellerinin oluşturulması için kullanılabilir bir metot haline gelmiştir.



TERSİNE MÜHENDİSLİK

Ürün geliştirme amacı ile yapılan projelerde üründe üretimden dolayı oluşan problemler giderilmekte, üründe yapılacak değişiklikler uygulanıp yeni bir ürün ve geliştirilmiş hali oluşturulmaktadır. Otomotiv, dayanıklı tüketim, savunma sanayi ve yan sanayilere ürün geliştirme sürecini kısaltan hassasiyet ve kalite kazandıran bu süreci birçok firma tarafından yaygın olarak kullanmaya başlamıştır.

Tersine Mühendisliğe Neden İhtiyaç Duyulur?

Kumpas, mikrometre gibi klasik ölçü aletleri ile ölçülerinin alınması mümkün olmayan parçaların CAD ortamında yeniden modellenmesi gerektiğinde Tersine Mühendislik kavramı imdadımıza yetişir ve 3 boyutlu tarayıcılar yardımıyla model CAD ortamına aktarılır. Böylece parça geometrik olsun veya olmasın oldukça yüksek hassasiyete sahip CAD modelleri elde edilebilir. Ayrıca modelleme süresi bir hayli kısaltılabilirken modelleme esnasındaki hatalar da en aza indirilmiş olunur.

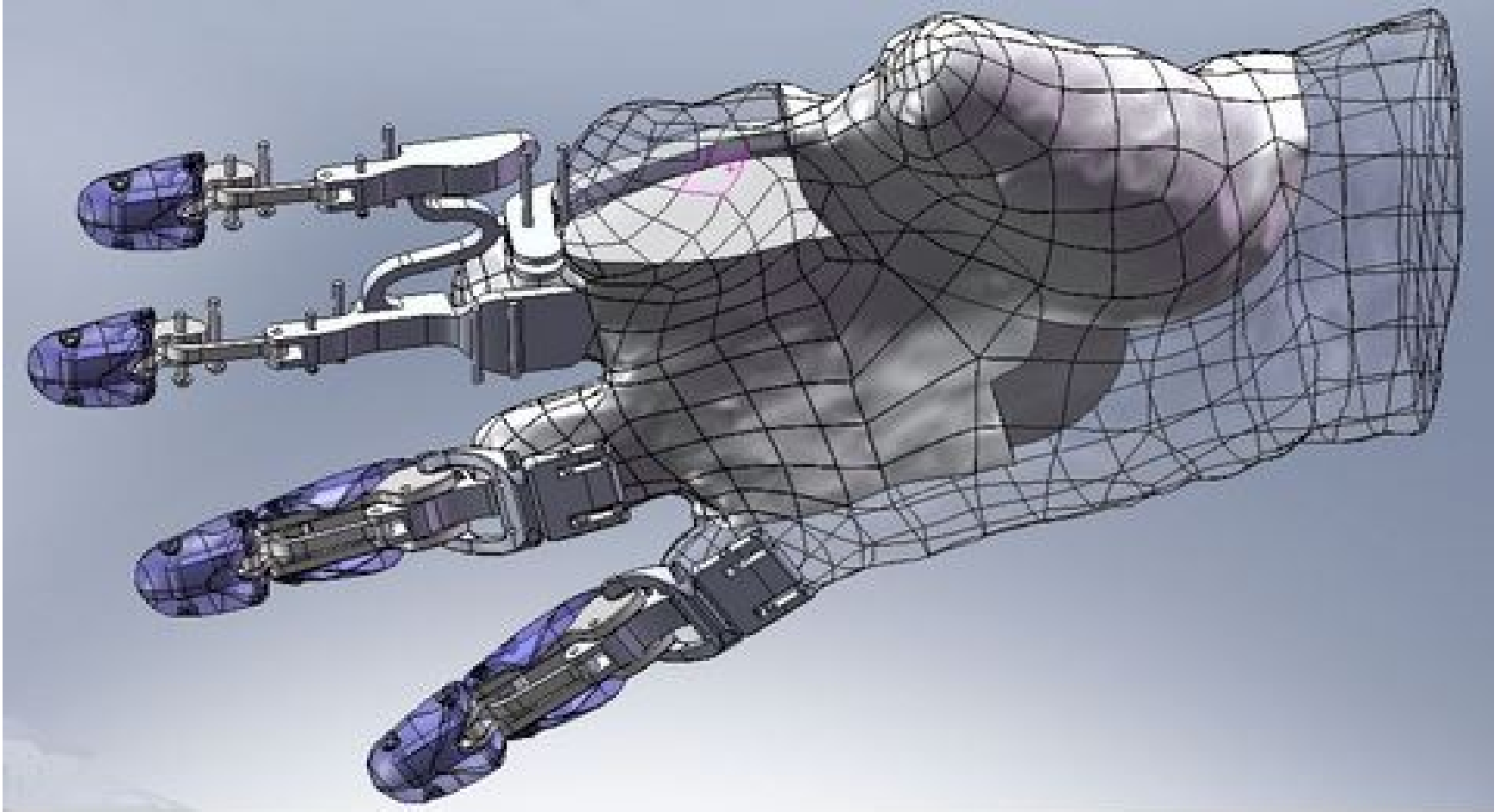
Tersine Mühendisliğe Neden İhtiyaç Duyulur?

Tersine mühendislik, çoğunlukla diğer milletlerin teknolojilerini, aletlerini, bilgilerini veya sahada sıradan askerler tarafından toplanan veya haber alma operasyonlarıyla toplanan bilgi parçalarını kopyalamak için, ordu tarafından sık sık kullanılır. İkinci Dünya Savaşı'nda ve Soğuk Savaş'ta sıkça kullanılmıştır. Bunun dışında piyasada genellikle elde var olan ancak nasıl imal edildiği muamma olan, herhangi bir yolla içini göremediğimiz, parçaya ait herhangi bir teknik dökümanın (teknik resim, proje v.b.) bulunmadığı, seri üretim yapılacak bir numunenin üretim öncesi modellenmesinin gerektiği durumlarda da tersine mühendislik yardımı ile parça modellemesi yapılabilir.

Tersine Mühendisliğe Neden İhtiyaç Duyulur?

Biyomedikal sektöründe de geometrik olmayan, hassas modelleme gerektiren pek çok alanda da tersine mühendislik metodu kullanılmaktadır. Bu metotlar sayesinde tıp alanında önemli ilerlemeler sağlanmış ve sağlık sektörü büyük çıkmazlara çözümler getirebilmiştir.

Tersine Mühendisliğe Neden İhtiyaç Duyulur?



Tersine mühendisliğin ortaya çıkmasının en yaygın sebepleri:

- Üreticinin bir parçayı uzun zamandır üretmemesi ve tekrar üretmek istemesi,
- Orijinal tasarımının yetersiz dokümantasyona sahip olması,
- Bir ürünün orijinal üreticisinin artık bulunmaması fakat müşterilerin bu ürüne ihtiyacının olması,
- Ürünün orijinal dokümantasyonunun kaybolması veya hiç var olmamış olması,
- Ürünün bazı kötü özelliklerinin yeniden tasarlanmasına ihtiyaç duyulması,
- Ürünün uzun süreli kullanımına dayanarak ürüne ait iyi özelliklerin güçlendirilmesi,
- Rakip ürünün iyi ve kötü özelliklerinin analiz edilmesi,

Tersine mühendisliğin ortaya çıkmasının en yaygın sebepleri:

- Ürünün performansını ve özelliklerini geliştirmede sonuca götürecek yeni yolların keşfedilmesi,
- Rakip ürünlerin anlaşılması ve daha iyi ürünlerin geliştirilmesinde rekabete dayalı kıyaslama metotlarının elde edilmesi,
- Orijinal CAD modelinin değişikliklere ya da güncel üretim yöntemleri için yeterli olmaması,
- Orijinal üretici firmanın ek/yedek parçalar sağlamada yetersiz ya da isteksiz olması,
- Orijinal üretici firmanın parça sağlamada aşırı ücret talep etmesi,
- Modası geçmiş parçaların ya da eski üretim işlemlerinin bugünkü ve daha ucuz teknolojilerle güncellenmesi.

Tersine Mühendislik günümüzde aşağıda belirtilen 6 sebepten dolayı kullanılmaktadır.

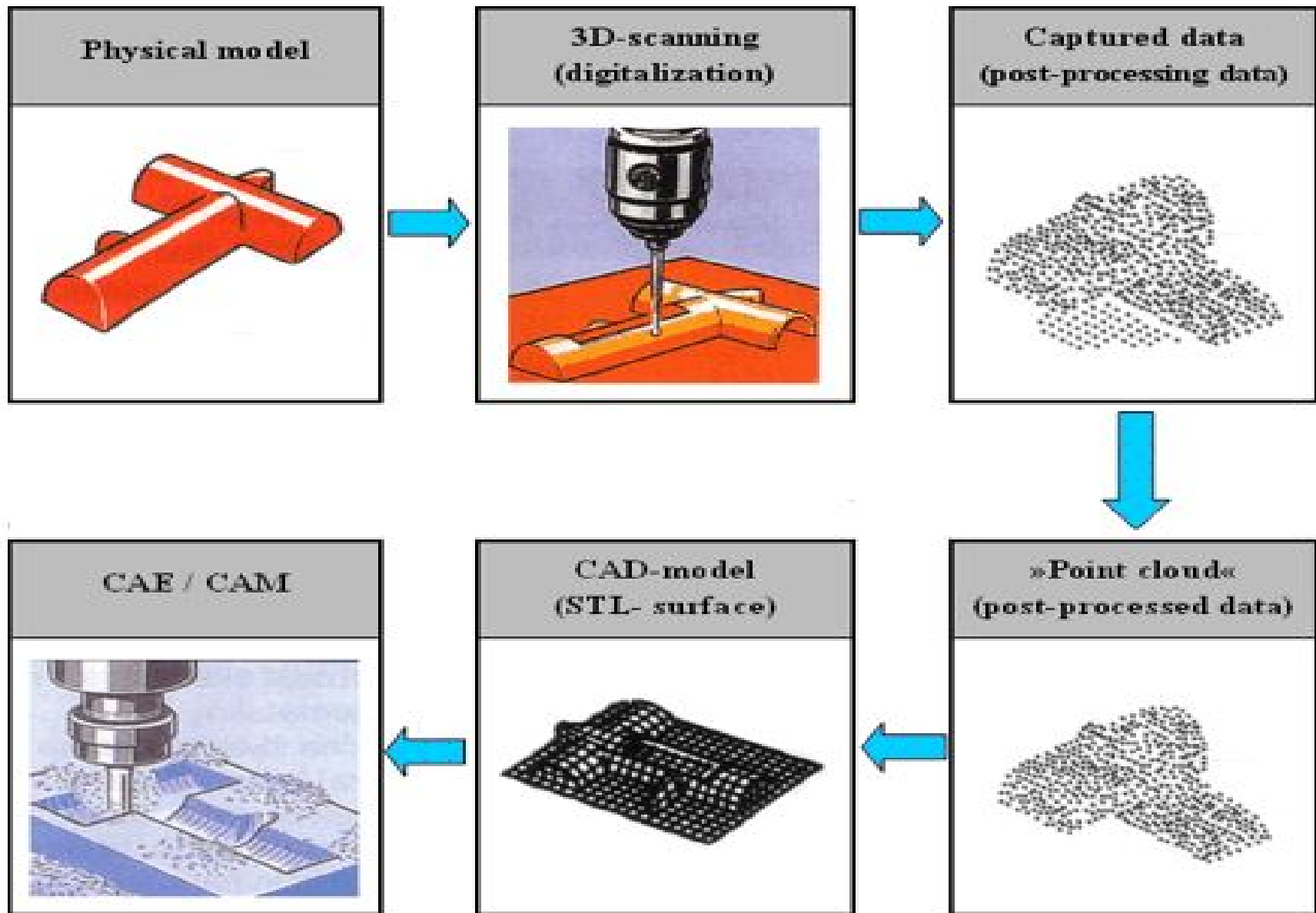
- CAD yazılımlarında modellenmesi zor olan serbest formların oluşturulması
- Data aktarımlarında çıkabilen engelleri aşmak
- Bir CAD yazılımı ile tasarlanması imkansız veya çok zor olan karmaşık geometriye sahip 3D modelleri oluşturmak
- Orijinal CAD modeli ile işlenen kalıp veya üretilen parça arasındaki uyumsuzlukları gidermek
- Ergonomik tasarım, retro tasarım, aerodinamik gibi alanlarda yenilikleri hızlandırmak
- Bilgisayar destekli denetim (CAI, Computer Aided Inspection) ve mühendislik analizleri için kalite ve performansı sağlamak.

Tersine mühendislik prosesi tam olarak şu şekilde işler:

1. Mevcut modelin 3 boyutlu tarayıcılar yardımı ile taranması,
2. Tarama sonucu nokta bulutu denen yapının oluşması,
3. Nokta bulutu denen yapıda X,Y,Z düzleminde noktaların birleştirilmesi ile eğrilerden oluşan yapının elde edilmesi,
4. Elde edilen yapının sonlu elemanlarına ayrılması (meshlenmesi),
5. CAD modelin oluşturulması,
6. CAE/CAM ile parça imalatı.

Tersine mühendislik prosesi tam olarak şu şekilde işler:

İlk beş aşamadan sonra modelin üzerinde değişiklikler yapılabilir, oluşturulan model analiz programları yardımı ile analiz edilebilir, CAM ortamına aktarılıp seri imalatına geçilebilir. Yasal sınırları aşmamak kaydı ile pek çok avantajı da beraberinde bizlere sunan tersine mühendislik uygulamaları mühendislik dünyasına yeni ufuklar açmış ve açmaya da devam edecek gibi görünüyor.



Tersine Mühendislik Aşamaları

Veri Toplama Aşaması

Ön işlemler: boşlukları doldurma, yumuşatma, seyreltme, örme yüzey elde edilmesi

Segmentasyon: Bölgelere ayırma

Yüzey eşleme

Nesne algılama

Tersine Mühendislik Uygulamalarının Elemanları

Ürünler gelişen teknolojinin yardımı ile 10 yıl öncesine göre daha formlu hatlara sahip olarak tasarlanmaktadır. Özellikle otomotiv sanayisinde dış görünüşten iç aksamlara ve detaylara kadar tüm parçalar CAD ortamında yüzey modelleme olarak tanımlanan formlu görünümlere sahip olmaktadır. Günümüzde optik ölçüm teknolojisindeki gelişmeler ile bu formlar kolaylıkla ölçülendirilebilmektedir.

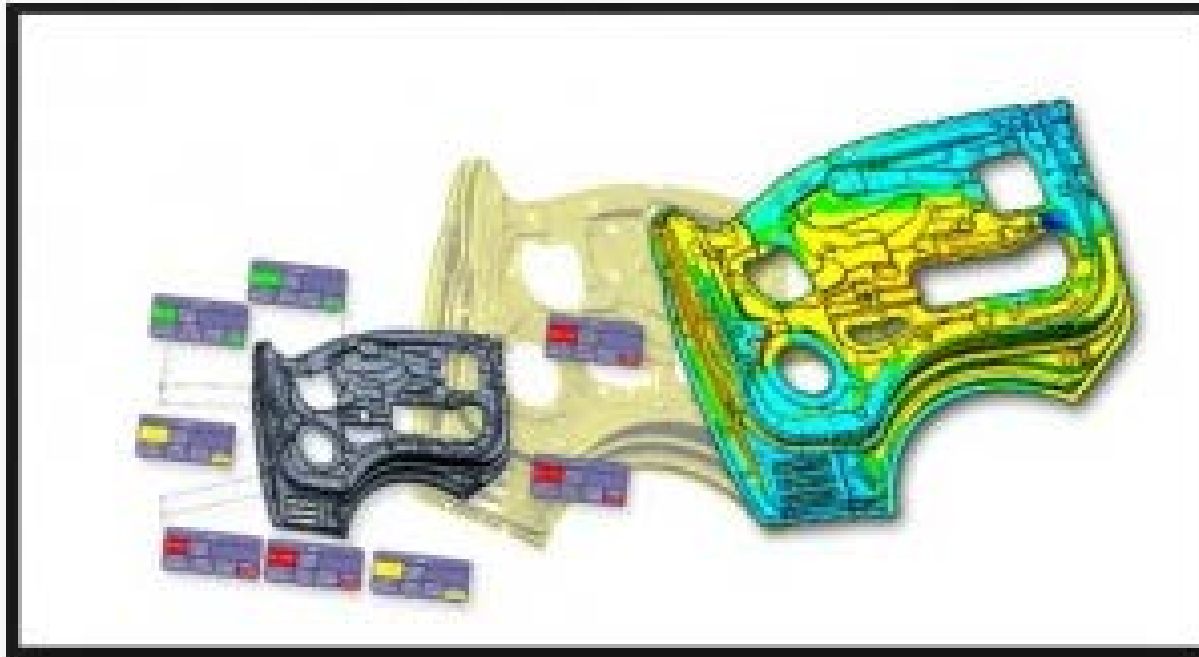
Tersine Mühendislik Uygulamalarının Elemanları

- Sayısallaştırıcı/ tarayıcılar
- Tersine mühendislik yazılımları
- Hızlı prototipleme makineleri



3D Tarama

CAD datası olmayan parçaların tersine mühendislik yöntemi ile (İşin hatlarına bağlı olarak) Sketchler ve eğriler alınarak yüzey ve katı model oluşturulmasının ilk aşamasıdır. Aynı zamanda CAD datasında istenilen değişikliklerin yansıtılmasında da büyük kolaylık sağlar.

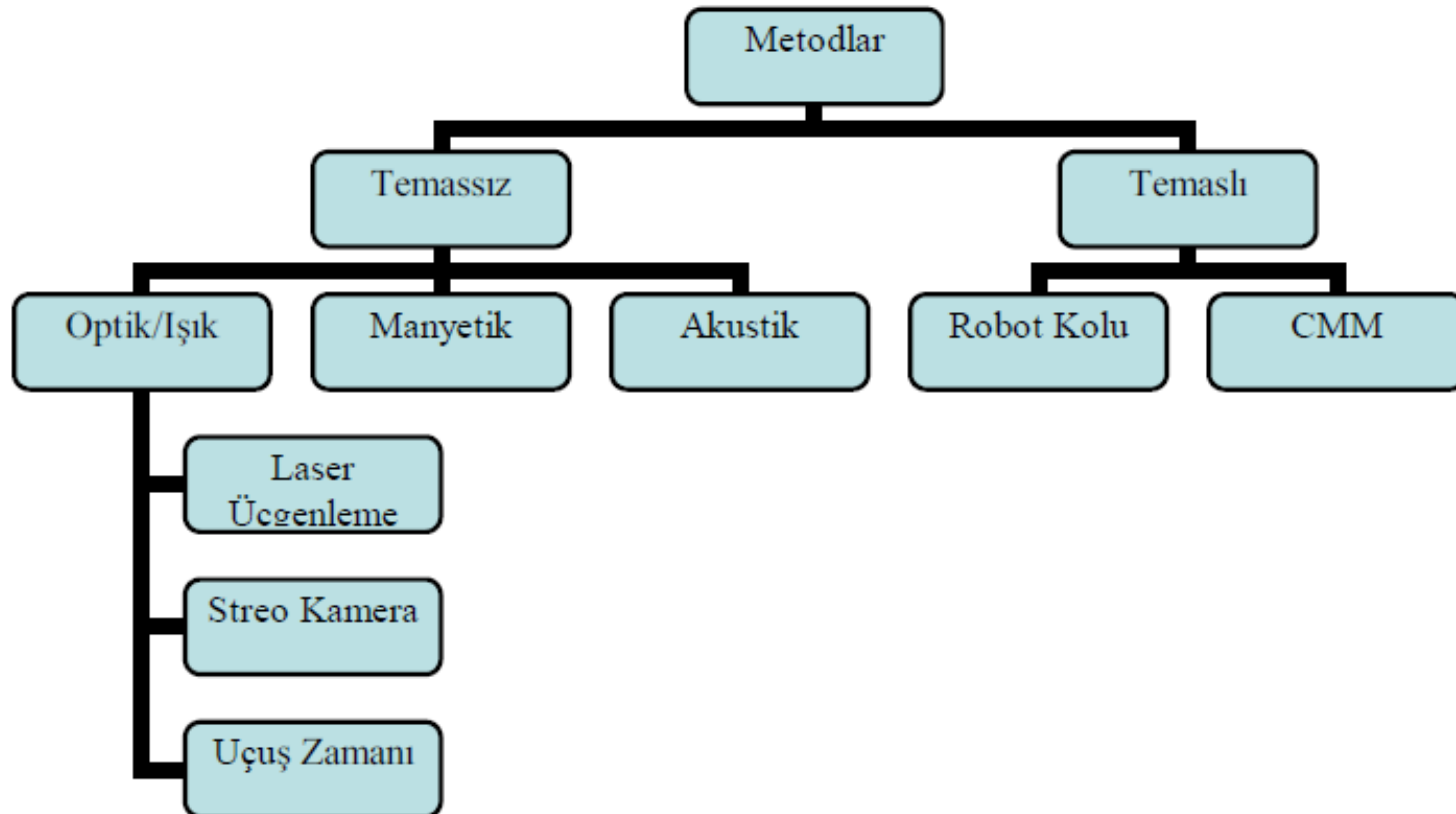


3D Tarama

- İşin 3 boyutlu kalite kontrol raporunun hazırlanmasında kullanılır. CAD datası olan işin üretildikten sonra taranarak tarama datasıyla CAD datasının birbirleri üzerine oturtularak 3 boyutlu kalite kontrol raporu hazırlanmasını sağlar.
- Bir diğer işlevinden biri de renkli çekim yapabilen optik tarama sistemiyle tarihi eserin renkli 3D tarama datalarının müzelerde bilgisayar ortamında 3 boyutlu olarak tüm detaylarının sergilenmesi, böylece eserin korunmasını ve onarılmasını sağlamak için 3 boyutlu data oluşturulması geçmiş dönemdeki eserler içinde büyük önem taşır.

3D Tarama

- Tarama sistemleri iki gruba ayrılır. Ancak her iki sistemde de nokta bulutundan oluşan üçgensel yapı olarak tabir ettiğimiz STL formatında data alınmaktadır.



3D Sayısallaştırma/Tarama Sistemleri

1. Temas ederek (Proflu) ölçüm ve sayısallaştırma/tarama yapan cihazlar,
2. Temas etmeden ölçüm ve sayısallaştırma/tarama yapan cihazlar;
 - Lazerli,
 - Kameralı (Topometrik Görüş) sistemleri.

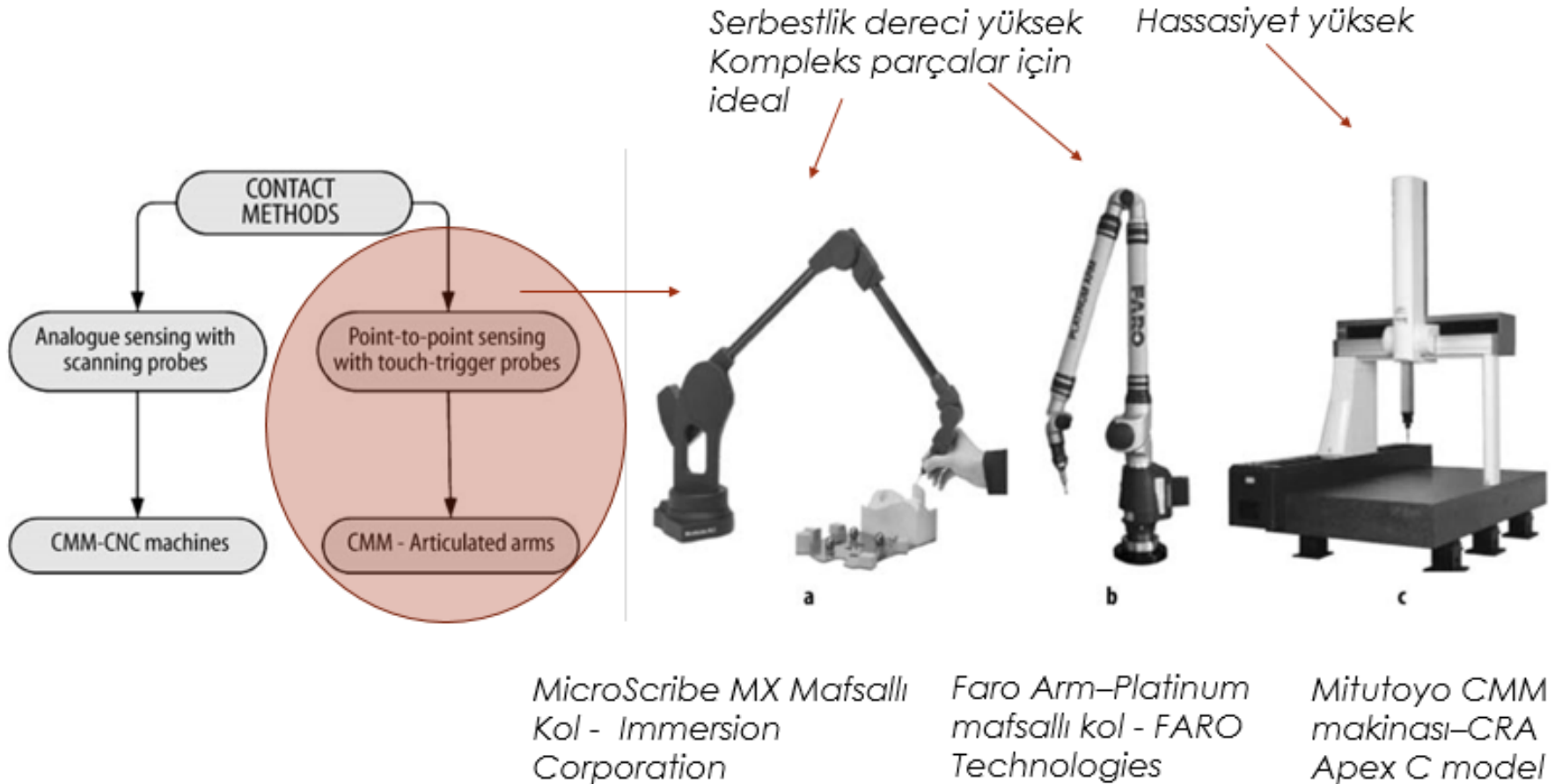
Temaslı Sistem

Dokunmalı ya da diğer adıyla problu sistemler, **mekanik kollu sistemler** ve **CMM**'lerdir. Birkaç eksenli mekanik kolun ucuna takılmış bir ölçüm probu sayesinde, koordinatları istenen noktaya dokundurulan prob ile noktanın koordinatları hassas biçimde ölçülür. Bu sistemlerle yüzey bilgisi değil istenen belirli sayıda noktanın koordinatları elde edilebilmektedir. Problu sistemin dezavantajı, ölçüm alınabilmesi için probun yüzeye değme zorunluluğunun olmasıdır. Bu zorunluluk parçanın karmaşık şekilli olması durumunda, istenen değerlerin alınamaması sonucunu doğurabilir.

Temaslı Sistem

Geleneksel olarak serbest form yüzeylerin ölçümü için kullanılan yöntemdir.

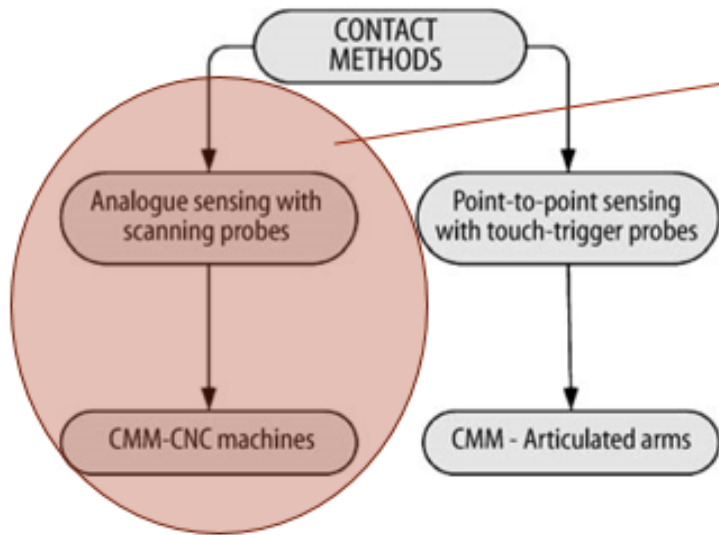
Ölçüm aleti (probe yada iğne) ve yüzey arasında temas gerektirir.



Temaslı Sistem

Temas probu çok hassas basınç algılar, 3 eksen den prob pozisyonundan lineer uzaklıklar ölçülür ve xyz koordinatları elde edilir. (10 – 20 μm çözünürlük)

Analog algılama yöntemi, Noktadan noktaya algılama yöntemine göre 3 kata kadar hızlı tarama yapar

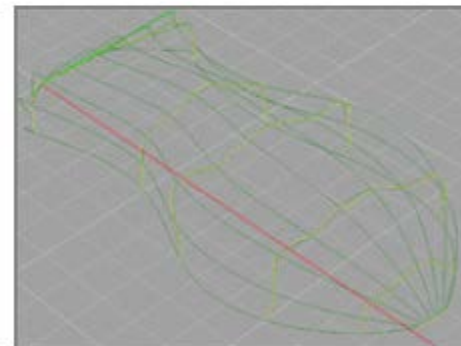
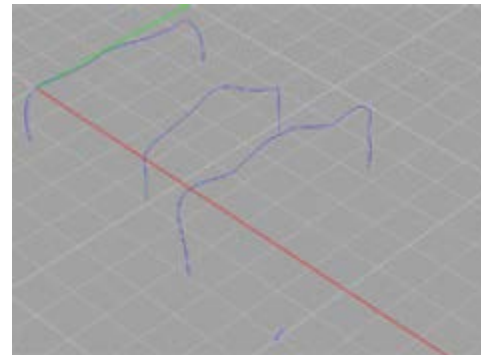
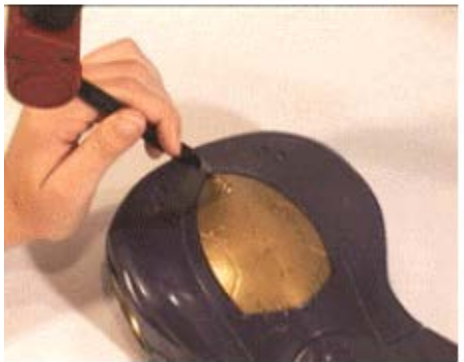


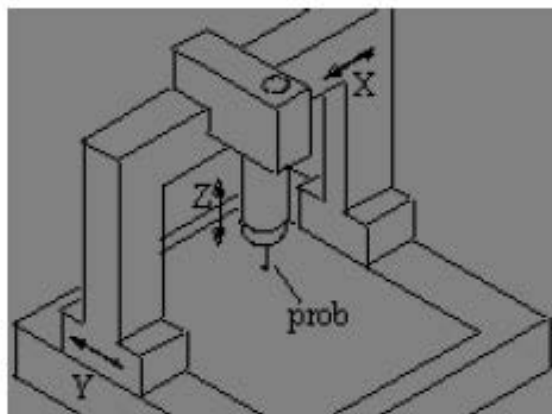
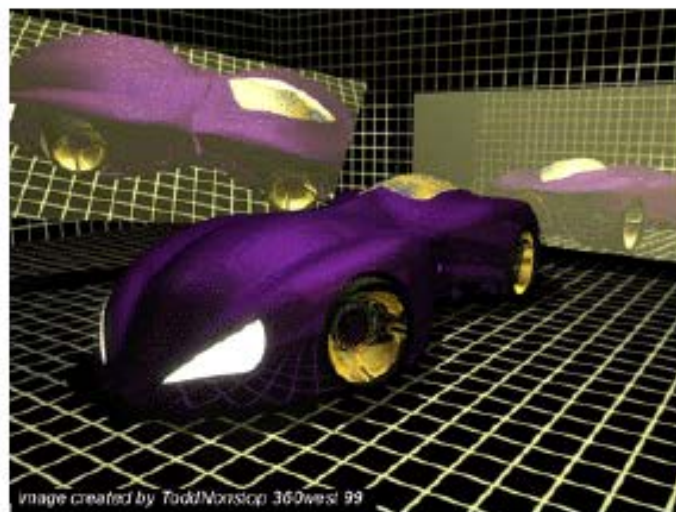
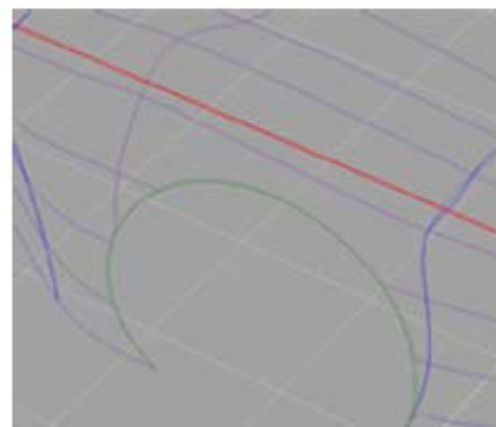
SP25M tarama probu - Renishaw Inc



Roland DGA Corp. MDX-15/20 tarama ve işleme makinası, - 3D tarama için Roland Active Piezo Sensorü kullanır







Avantajlar

- *Yüksek çözünürlük*
- *Düşük maliyet*
- *Derin yarık ve cep geometrileri tarama kabiliyeti*
- *Renk ve geçirgenlikten etkilenmemesi*

Dezavantajlar

- *Yavaş veri toplama*
- *Hassas nesnelerin prob temasıyla hasar görmesi*

Temassız Sistemler

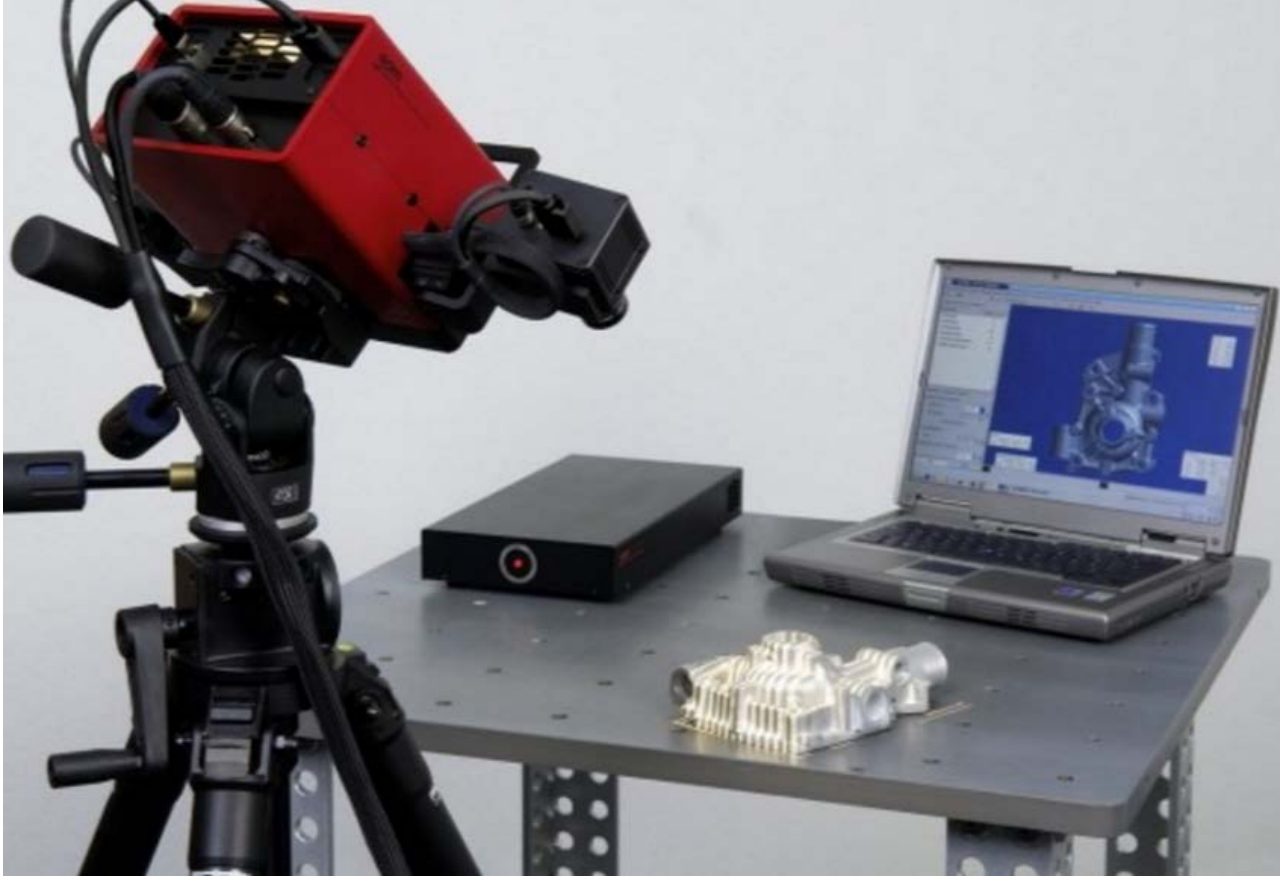
Lazerli sistemlerde, ölçüm/sayısallaştırma/tarama bir lazer huzmesi kullanılarak gerçekleştirilir. Parçanın ölçüm yapılmak istenen bölgelerine yollanan lazer ısı, kaynaktan gidiş ve dönüş zamanının, ısı hızıyla çarpılması sonucu otomatik olarak hesaplanır. Koordinatlar yine kolun üzerindeki bir adım koordinat belirleyici sayesinde alınır. Lazerin doğrusal hareket ettiği dikkate alındığında düz-yüzey tabir edilen yumuşak yüzeyli (Arabaların kaportaları vb.) yüzeyler için oldukça idealdir. Ancak, karmaşık parçalar için, önerilen bir sistem değildir. Bunun nedeni ise lazer ışınının geri dönmesini söz konusu olamayacağı karmaşık şekilli ve içsel (delik içinde) unsurları bulunan nesnelerin katı modelinin oluşturulması ya da ölçümlerinin yapılmasında neden olduğu zorluktur. Bu sistemde veri toplanması, ilerleyen bir lazer ışınının, kusursuz üçgen tekniği olarak adlandırılan bir yöntem ile geri dönmesi sayesinde sağlanabilir.

Temassız Sistemler

Topometrik (Kameralı) ölçüm/sayısallaştırma/tarama sistemlerinde, bir üç-ayağın üzerine sabitlenmiş olan ölçüm/sayısallaştırma/tarama kafası, hedef parçanın yaklaşık 70-100 cm kadar ön tarafında tutulur. Ölçüm/sayısallaştırma/tarama sırasında parçanın yüzeyine kenar oluşumlarının izdüşümlerinin yansımaları sağlanır ve bu izdüşümleri, ölçüm kafası içerisine sabitlenmiş olan bir kamera tarafından kaydedilir. Dijital görüntü işlemcisinin yardımıyla üç boyutlu koordinatlar yüksek bir hassasiyetle hesaplanır.

Nesnenin tamamının sayısallaştırılması/taranması, birçok ayrı ölçümlerin bir araya getirilmesi ile oluşur ve bazen birden fazla görüş açısı veya bir başka deyişle kamera kullanılması gerekebilir. Günümüzde, computer-vision yazılım ve donanım teknolojisinin gelişimi zor yüzey (free form veya sculptured surfaces) ve unsurlara sahip nesnelerin modellerinin oluşturulmasını mümkün kılmaktadır.

Temassız Sistemler



İş parçasına temas etmeden çalışan algılayıcılar çok kısa bir sürede tamamlanabildiği halde, mekanik problu temaslı algılayıcılar ihmal edilemeyecek bir zaman kaybına neden olunmaktadır. Fiyat bakımından incelendiğinde temassız algılayıcıların diğerlerine göre oldukça ucuz olduğu görülecektir.

Temassız Sistemler

Temassız Taramanın Avantajları

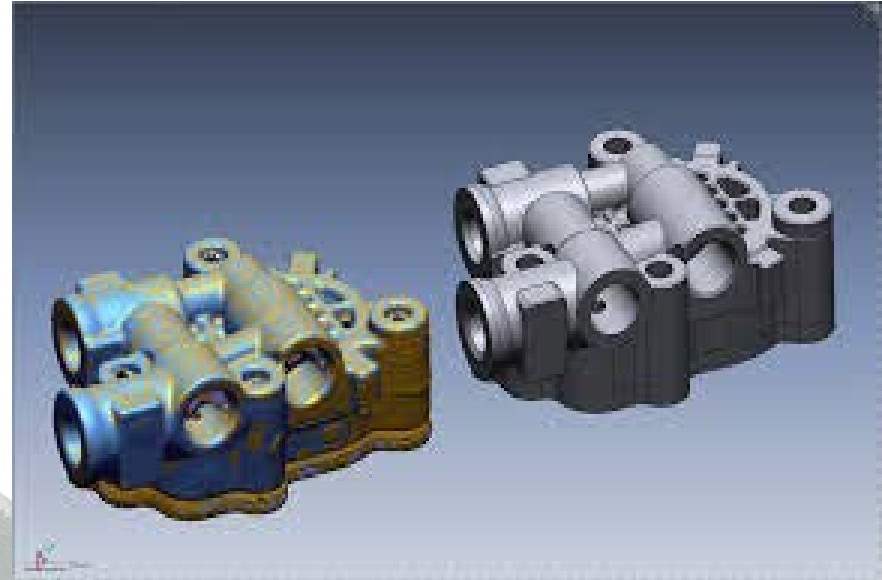
Avantajlar

- Fiziksel temas yoktur
- Büyük parçaların hızlıca dijitalleştirilmesi
- Yaygın uygulamalar için uygun çözünürlük ve doğruluk
- Renk algılama kabiliyeti
- Nesnedeki detayları tarama kabiliyeti

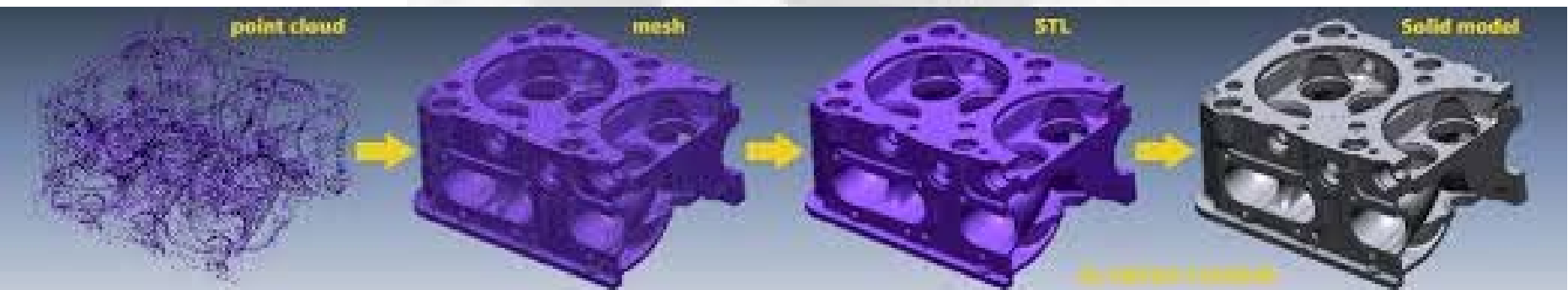
Dezavantajlar

- Renkli geçirgen ve yansıtıcı yüzeyler için uygun olmayabilir
- Düşük hassasiyet

Temassız Sistemler



Temassız Sistemler



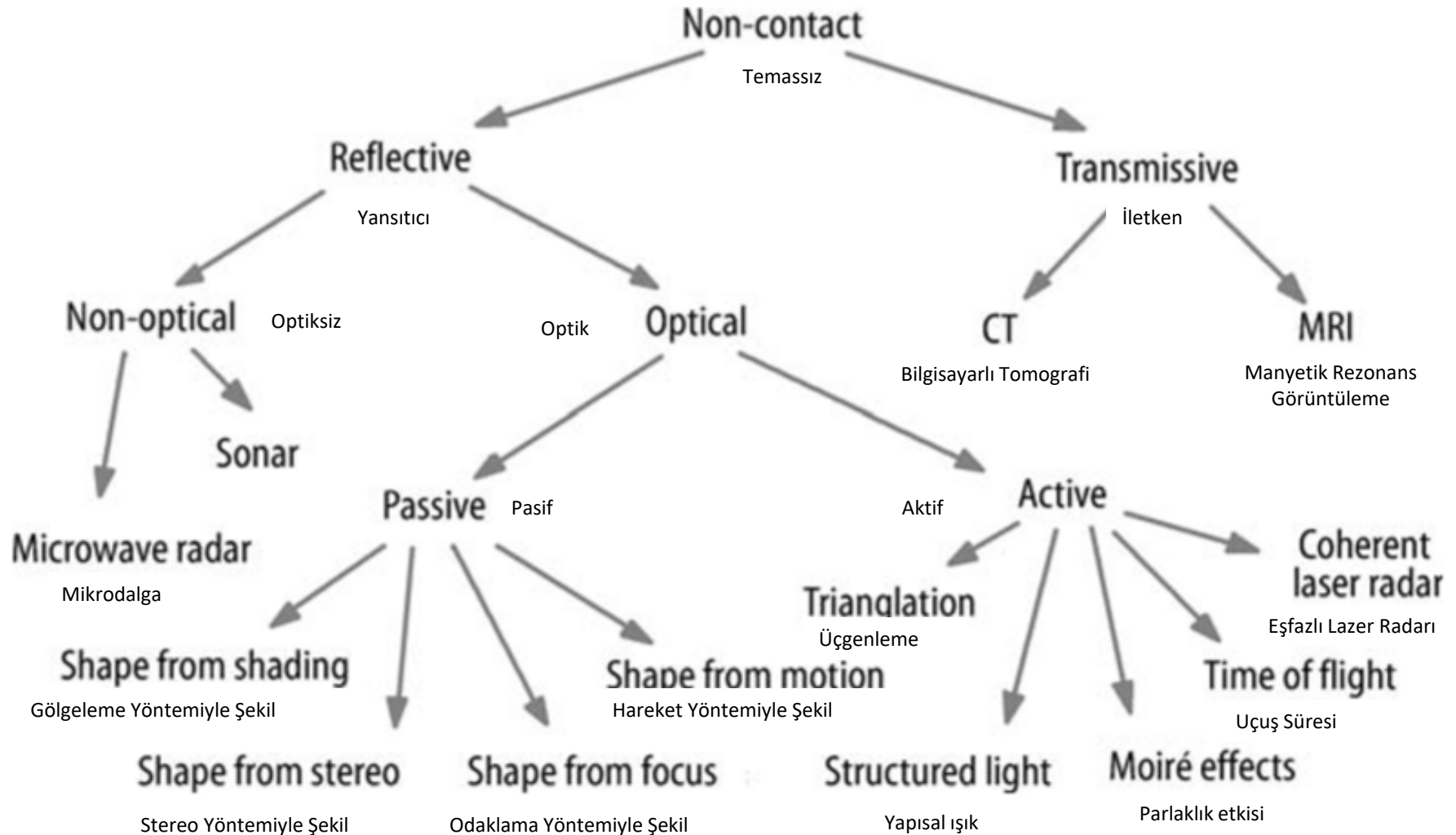
CMM ve Lazer Tarama Karşılaştırması

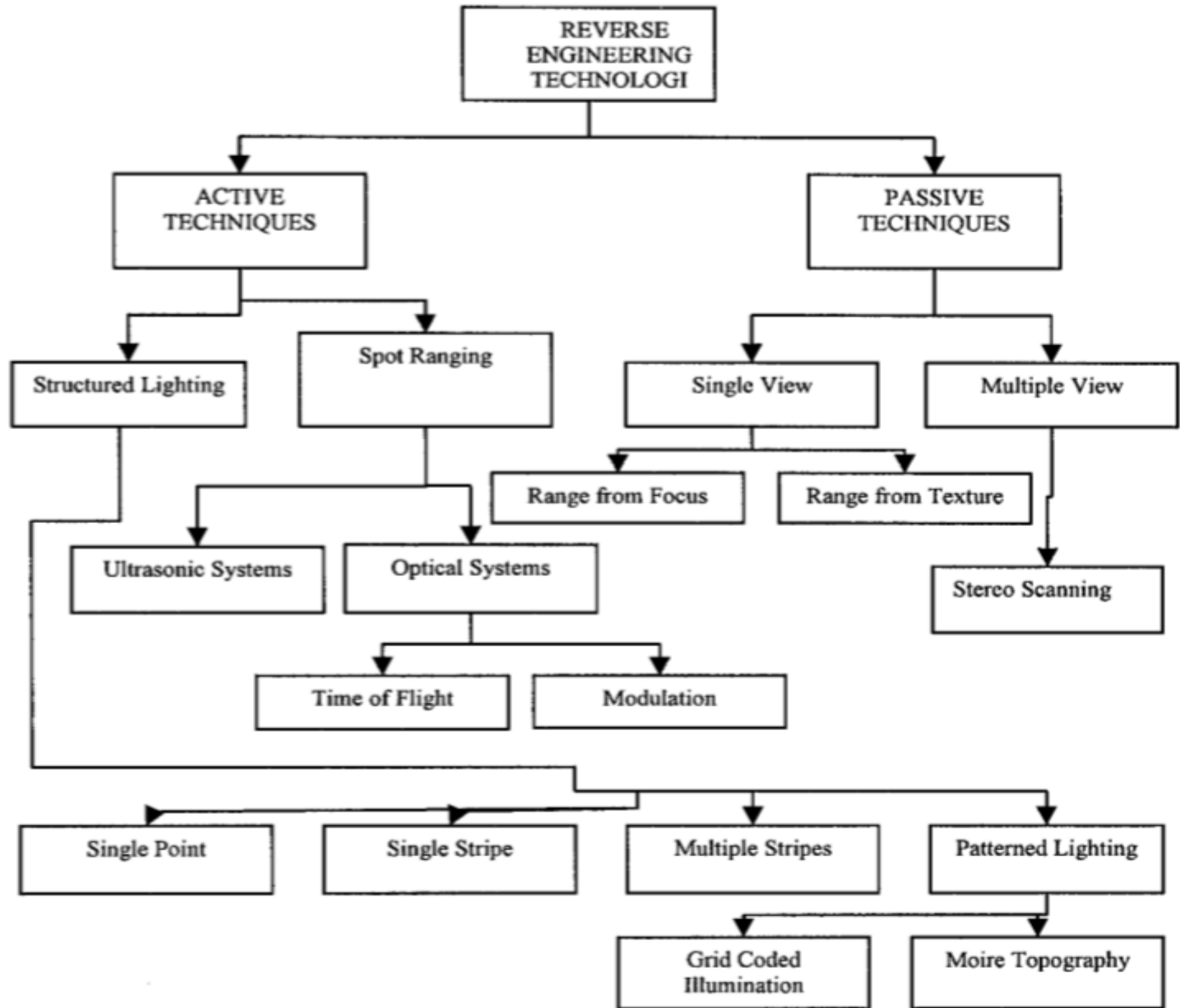
- CMM mekanik sistemdir, prob nesne etrafında yüzeye yakın fiziksel olarak hareket eder, mekanik kontrol çözünürlük için önemlidir.
- Prob doğru kontrol edilmezse hassas yüzeylere zarar verebilir.
- Çok sıcak yada soğuk yüzeyler proba zarar verebilir
- Kamera ve uzaklık sensörleri uzaktan ölçüm yaparlar, mekanik hareket hassasiyeti önemli değildir, çözünürlük sensörlere bağlıdır.
- Henüz yeni teknoloji ve ticari olarak gelişimi sürmektedir, önemli problemlerden biri ölçüm hassasiyetidir (CMM için $10 - 20\mu$, Aktif stereo sistemler genelde milimetre altı hassasiyette çalışır.

Temassız Metodlar

- Temassız metodlar yüzey bilgilerini elde etmek için ışık yada lazer ışını kullanır.
- Aktif ve pasif olmak üzere iki kategoride incelenebilir.

Temassız Tarama Donanım Sınıflandırılması (Sensör teknolojilerine göre)

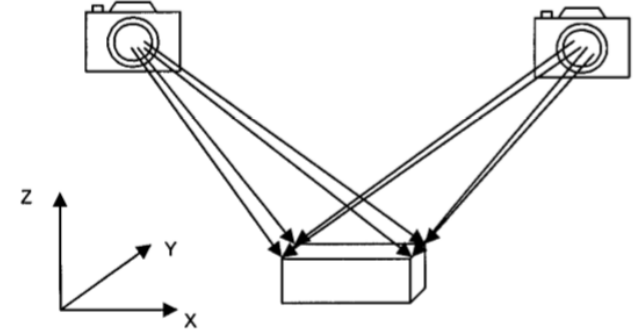




Temassız Metodlar - Pasif Teknikler

Pasif teknikler ortam ışığı kullanır.

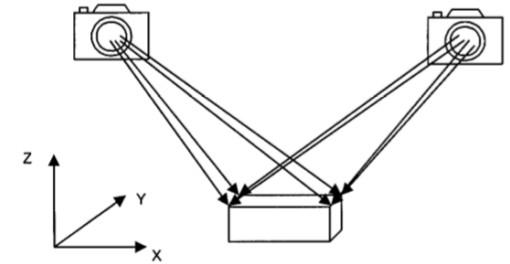
•**Stereo Tarama:** Nesnenin farklı perspektiflerden elde edilen fotoğraflarını birleştirerek geometrik veriyi elde eden sistemdir. Farklı perspektiflerden 2 yada daha fazla resim karşılaştırılır ve üçgenleme yöntemiyle noktaların pozisyonu belirlenir.



Temassız Metodlar - Pasif Teknikler

3D Fotogrametri

- Resim pikselleri tek tek eşleştirilir
- Geleneksel olarak arazi haritaları geliştirmek için kullanılır
- *Fundamental prensip üçgenlemedir*
- Oluşturulan görüş çizgileri matematiksel olarak çakıştırılıp 3D koordinatlar elde edilir
- *Tekstür değişimi yöntemi bir nesneden uzaklaştıkça yüzeyinin daha pürüzsüz görüneceği prensibiyle bilinen yüzey textüründen hareketle belirli bir görüş noktasından yüzey analizi ile koordinatlar belirlenir*
- Odaklanma uzaklığı yönteminde merceğin odaklama uzaklığı bilgisi kullanılarak parça uzaklığı belirlenir.



Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

Aktif Stereo

Yapılandırılmış Işıklandırma:

- *Tek ışık kaynağı (single spot), ışık şeridi, ve desenli ışıklandırma gibi ışık desenine göre sınıflandırılır. Yüzey bilgisi üçgenleme prosedürü ile elde edilir*

Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

Spot uzaklığı teknikleri :

- Kullanılan kaynağa göre genelleştirilir(optik yada ultrasonik). Bu teknikte nesne yüzeyine ışık projeksiyonu ve yansıyan ışının bir senör ile analizi prensibiyle çalışır. Yüzeyden yansıyan ışığın faz değişimi (sürekli dalga ışını kullanılır) yada yüzeyden yansıyıp dönme süresi (darbeli lazer kullanılır) analizi 3. eksenini verir.
- Her iki yöntemdede bir ışın nesne üzerine düşürülür ve dönen ışık kaynağa eksenel yerleştirilmiş sensör ile analiz edilir. Kaynak pozisyonu 2 eksenini verir.

Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

Aktif Teknikler – Lazer Tarama

- *Aktif stereo teknikleri kullanarak çok miktarda geometrik veriyi elde eder*
- *Parça yüzeyinde lazer spot pozisyonu, kaynağa eksenel sensör kullanılarak üçgenleme, faz değişimi yada uçuş süresi yöntemleriyle ölçülür*
- *Kaynak lokasyonu x, y eksenini yansıyan ışın analizi z eksenini verir*
- *Mekanik olarak taranan parça dönderilir yada kaynak dönderilip lineer hareket edebilir*
- *Lazer ışını bir probe ucuna konumlandırılarak eksenel ve dönel hareket kabiliyeti ile detayları tarayabilir.*
- *Buna geometrik veri elde etme denir ve yüksek çözünürlükte ölçüm yapar*

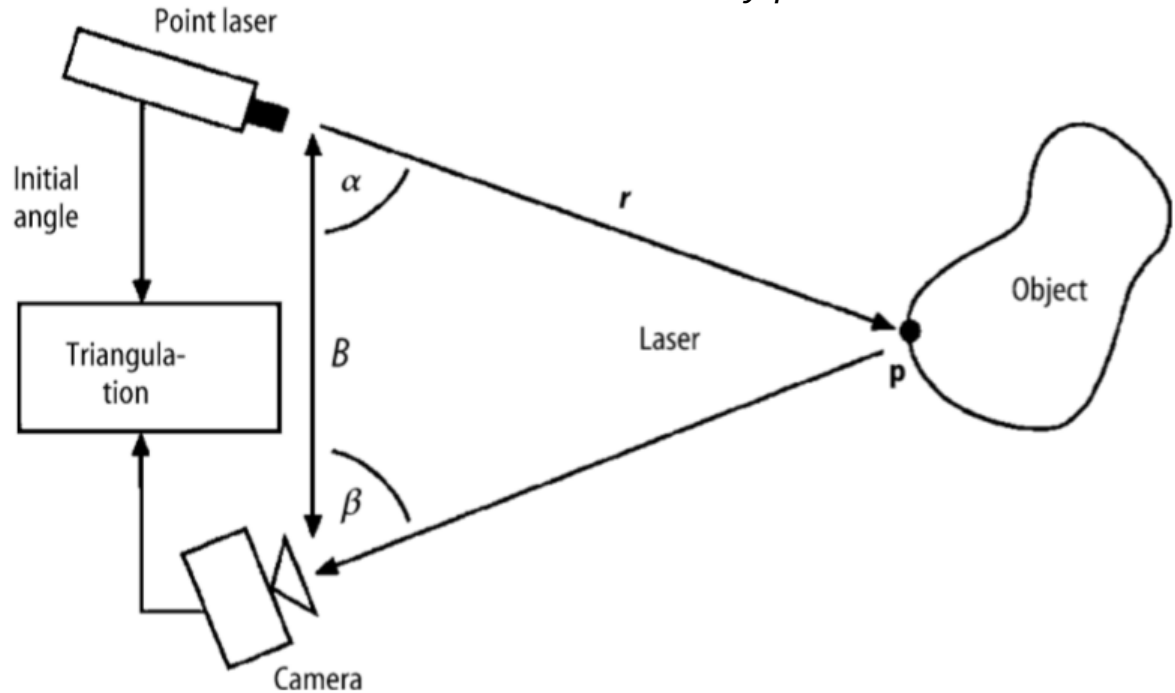
Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

Üçgenleme

$$r = F(\alpha, B, i, j, \dots),$$

i, j kamera pikseli yatay ve dikey pozisyonları
1Mpiksel – 960 yatay,
1280 dikey piksel

- r (derinlik) geometrik olarak hesaplanır
- Tarama alttan üste doğru belirli aralıklarla tüm parça yüzeyinde yapılır ve veri analiz edilir, ve elde edilen noktalar birleştirilerek 3D geometri oluşturulur. (25 μm çözünürlük)

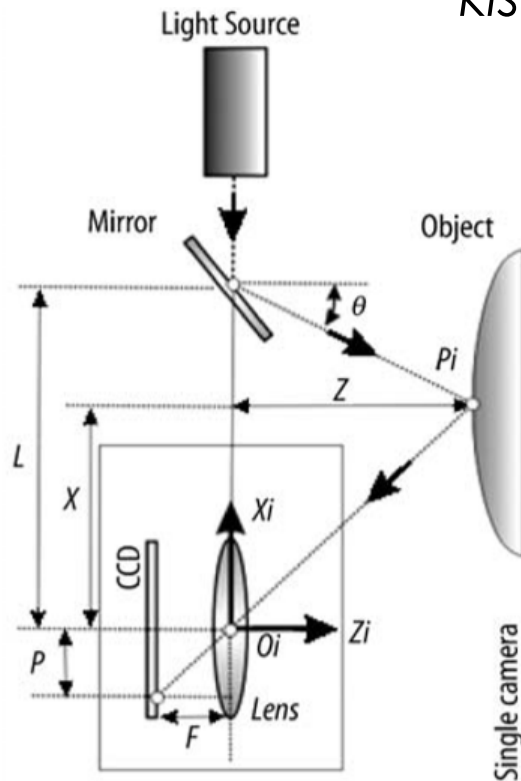


- Kamera çözünürlüğü önemlidir.
- Pasif stereo sistemine benzer, farkı kameralardan biri lazer ile değiştirilmiştir

Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

Üçgenleme

Üçgenleme tarayıcısı küçük nesneleri kısa mesafede ölçmek için uygundur



$$Z = \frac{FL}{P + F \tan \theta}$$

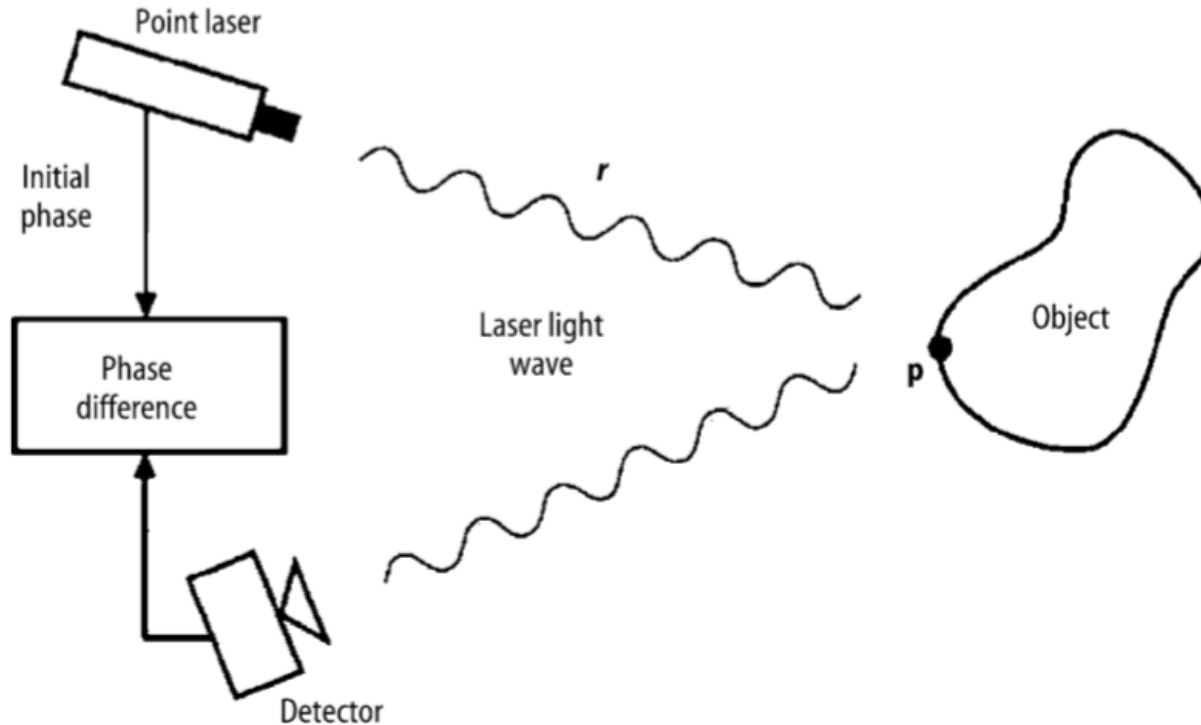
$$X = L - Z \tan \theta$$

Ölçüm Hatası

$$\Delta Z = \frac{Z^2}{FL} \Delta P + \frac{Z^2 \sec^2 \theta}{L} \Delta \theta$$

Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

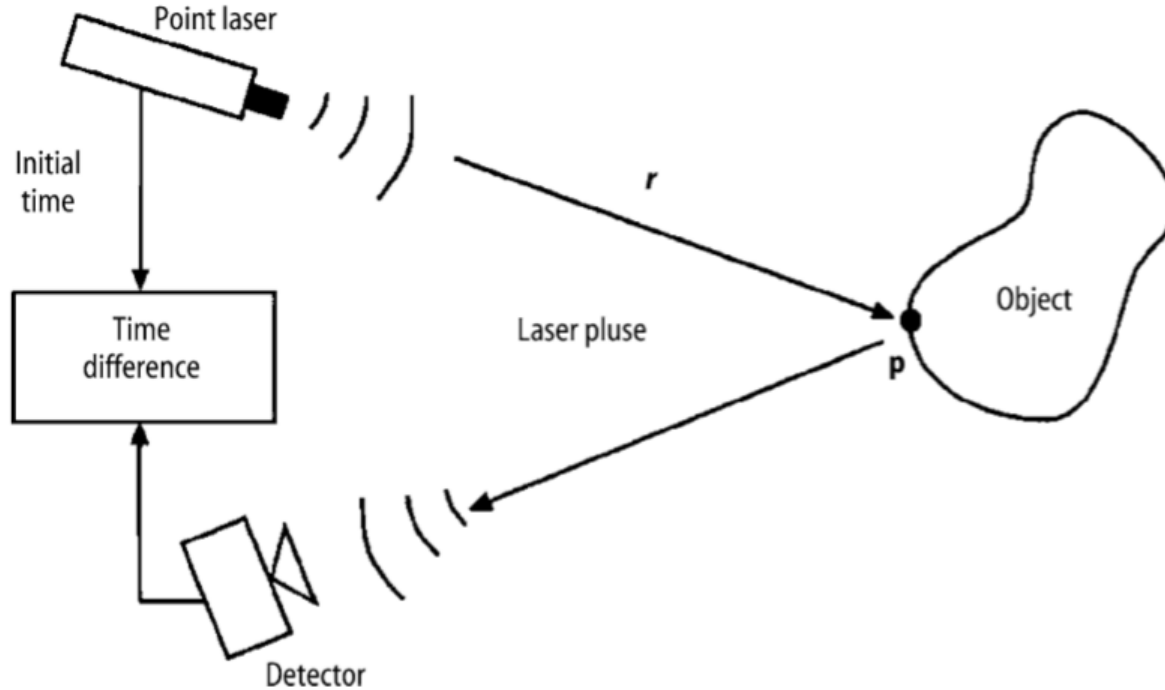
Faz değişimi



- Nesne ile kamera arası uzaklık, lazerden çıkan ışık ile dönen ışığın faz farkıyla orantılıdır.
- Hassas ölçüm dalga boyu ve faz farkı ölçüm hassasiyetine bağlıdır

Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

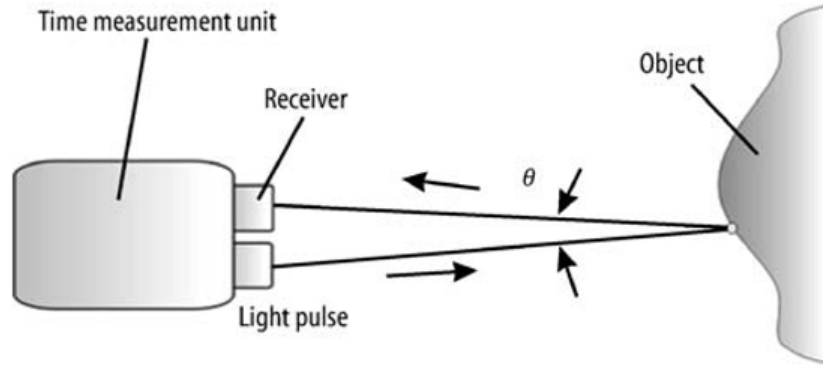
Uçuş süresi



- Bir lazer ışın darbesinin nesneye çarpıp dönmesi için geçen süre hesaplanır.

Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

Temassız Tarama – Uçuş Süresi



$$D = C \times t/2$$

Saniyede yüzbinlerce ölçüm yapabilir, büyük, ve uzak nesneler, köprü, binalar vs taraması için uygundur.

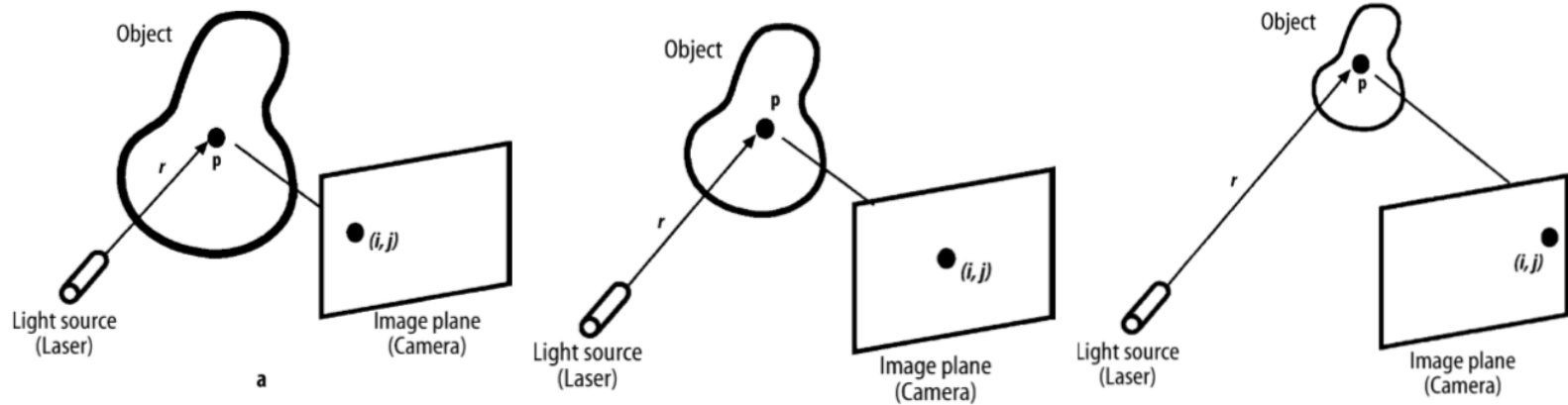
Uzun mesafe taramalarda doğruluk birkaç milimetredir, yada cm dir

Doğruluk darbe genişliği (kısa darbeler yüksek doğruluk), algılayıcı hızı, zamanlama çözünürlüğü gibi faktörlerle sınırlıdır.

Temassız Metodlar - Aktif Teknikler

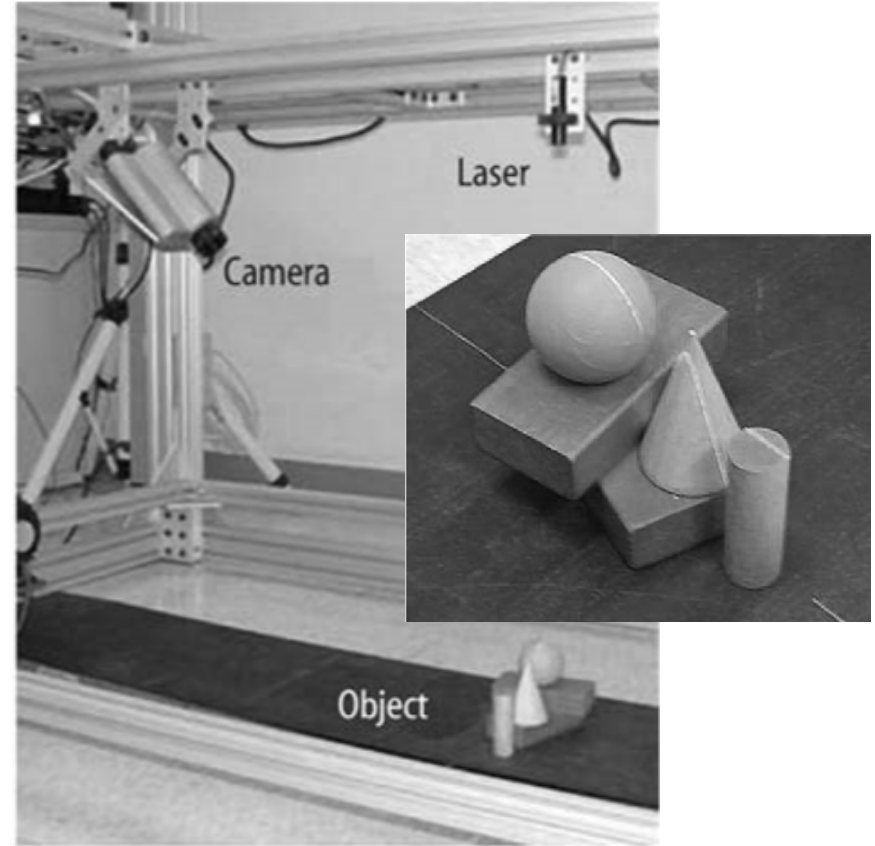
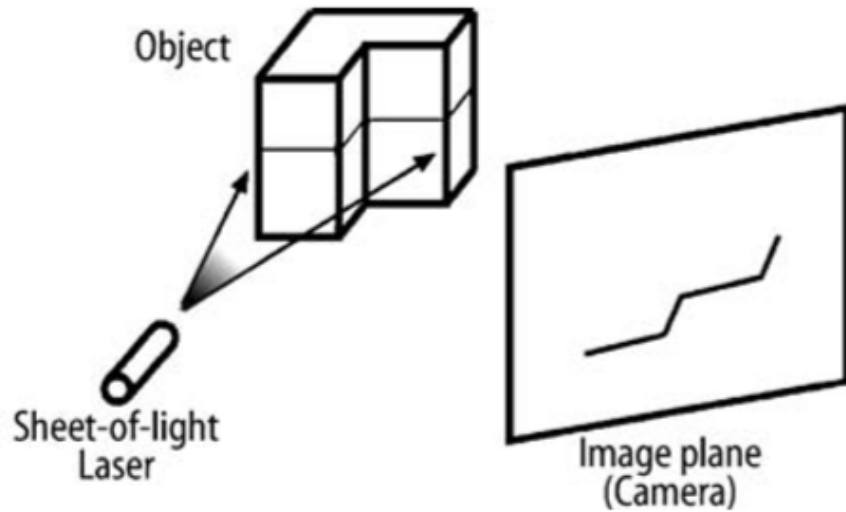
Yapılandırılmış Işıklandırma
Tek nokta(single spot) tarama

$$p = (x, y, z) = T(r, i, j)$$



P – bulut noktası

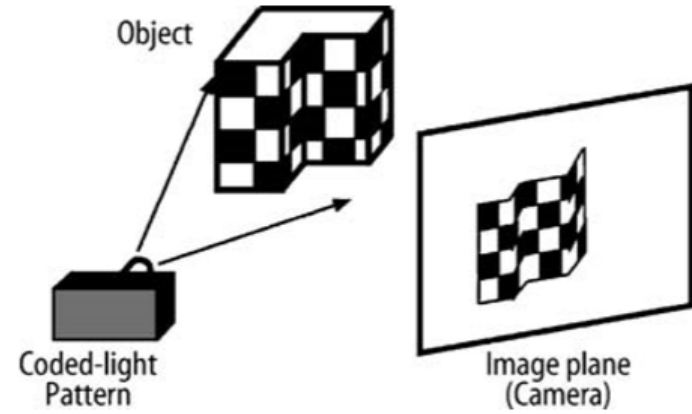
Temassız Metodlar - Yapılandırılmış Işıklandırma Işık Şeridi/Desenli Işıklandırma



Yapılandırılmış Işıklandırma Işık Şeridi

Temassız Metodlar - Yapılandırılmış Işıklandırma Işık Şeridi/Desenli Işıklandırma

- Lazer değil önünde desenli plaka bulunan projektör kullanır
- Çözünürlük kullanılan desen sayısı ile değişir



Yapılandırılmış Işıklandırma
Desenli Işıklandırma

Işık Şeridi

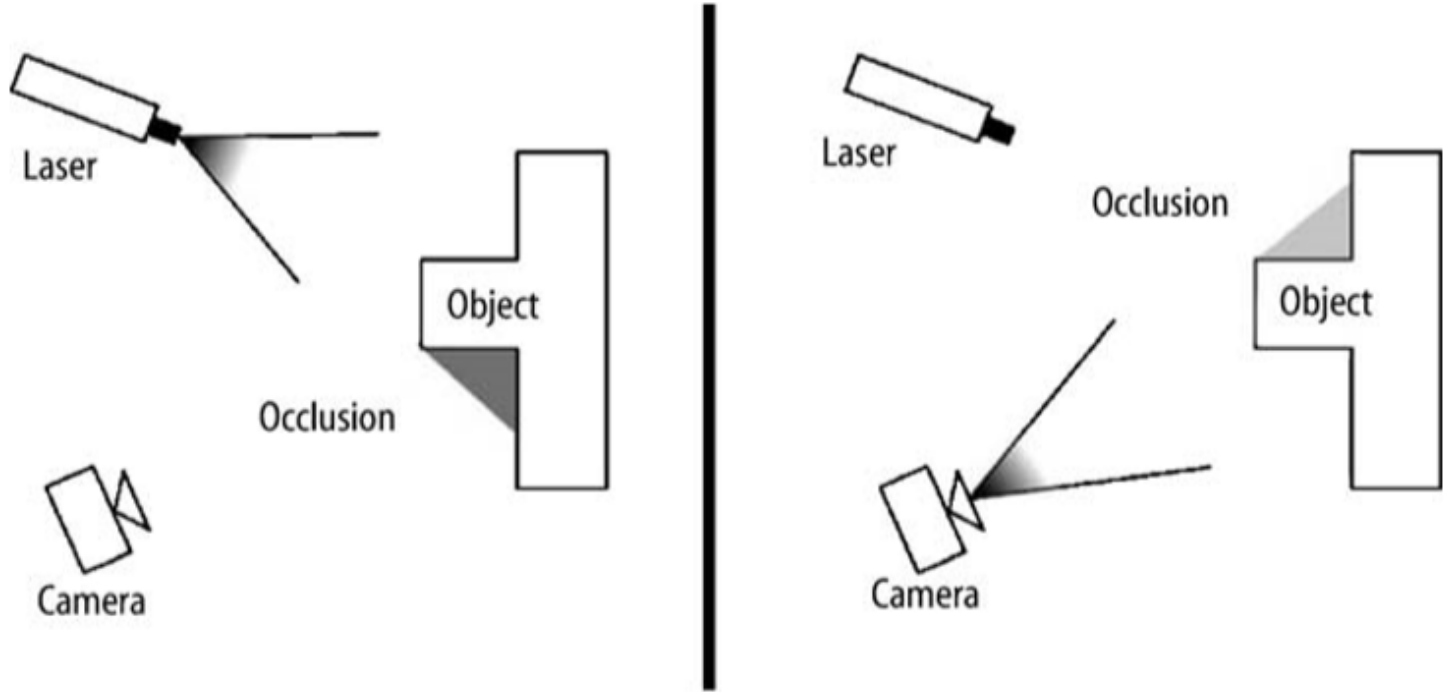
- Işık şeridi tarayıcılar en hızlı tarama metodudur ve tersine mühendislik için en uygun olanıdır
- Temel ölçüm metodu üçgenleme metoduna dayanır
- Tek ölçüm çizgi halinde profili verir, nesne boyunca elde edilen benzer profiller ile nesnenin 3boyutlu temsili elde edilir.
- Nesne yada kamera lazer sistemi hareket edebilir. Nesne hareketi durumunda çizgiler arası uzaklık hareket hızı ve kameranın veri toplama oranı ile belirlenir. Lazer kamera sisteminin manuel taranmasında profiller arası ilişki daha kompleks takip sistemi gereklidir (ticari sistemlerde manyetik pozisyon takibi yada CMM probe sistemi)

Işık Şeridi

- En az kamera çözünürlüğü 512x512 gerekir ve görüş açısı 30 – 60 derece optimumdur, açı sıfıra, yada 90 a yaklaştıkça hassasiyet azalır (Kameranın pozisyon tespiti zorlaşır).
- Sıfır derece – eğik açıdan dolayı sensör lazeri görmez ancak derinlik değişimi için ideal olandır
- 90 derece- Kamera direk lazer düzlemine bakması durumu. Sensör aynı derinlik değerleri okur, ancak kamera lazer yansımasının ideal görüş açısıdır.
- Kamera ile sensör arası uzaklık (B) oluşturulan çizgi profiller arası uzaklık kadar olmalıdır.

Işık Şeridi

Oklüzyon (Tıkanma) Problemi

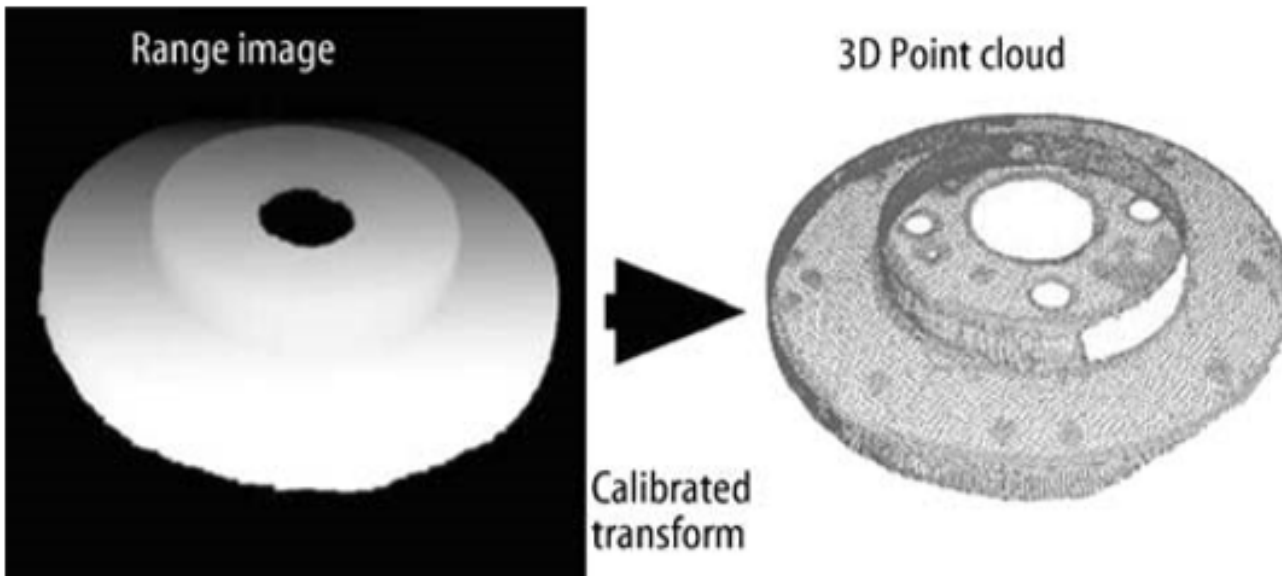
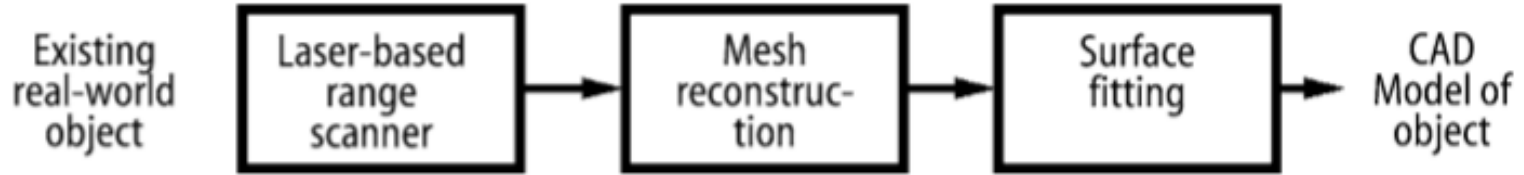


- *Nesnedeki bazı parçaların görüşünün nesnedeki parçalar tarafından tıkanması durumu*

Temassız Tarama Makinaları

Technology	Company	Model	Volume, field of view, envelope (mm)	Accuracy, resolution, pitch (mm)	Color	Speed (points/s)	Main applications
Laser triangulation	Callidus Precision Systems GmbH	CT 900	- Max. object size: 1600×1400 Measuring range: + Horizontal: 180 + Depth: 700	Accuracy: 0.100 Resolution: + Near: 0.010 + Far: 0.070	No	4,000	Common RE and quality inspection
Laser triangulation	Callidus Precision Systems GmbH	CT180	Max. object size: 350×375. Measuring range: + Horizontal: 180 + Depth: 700	Accuracy: 0.1 Resolution: + Near: 0.025 + Far: 0.070	No	4,000	Common RE and quality inspection
Transmission: X-ray computed tomography	Micro Photonics Inc.	Skyscan 1172	Max. object diameter: 68	Pixel size: 0.9–1.6 µm Resolution: 5–8 µm Smallest detail detectability: 1 µm	No	6.8 s per cross section 1024×1024 pixels	Biomedical, biological specimens, medical imaging, bone analysis, nondestructive inspection, diamonds, electronic components and packaging.
Laser triangulation	Metris	XC50 cross scanner	Width of view: 3×15 Depth of view: 3×15 Standoff: 70	Accuracy: 15 µm (1σ sphere fit)	No	3×64000	A multistrip laser sensor is used: more efficient scanning of features such as holes, slots, and gaps that are typically inspected in automotive applications.

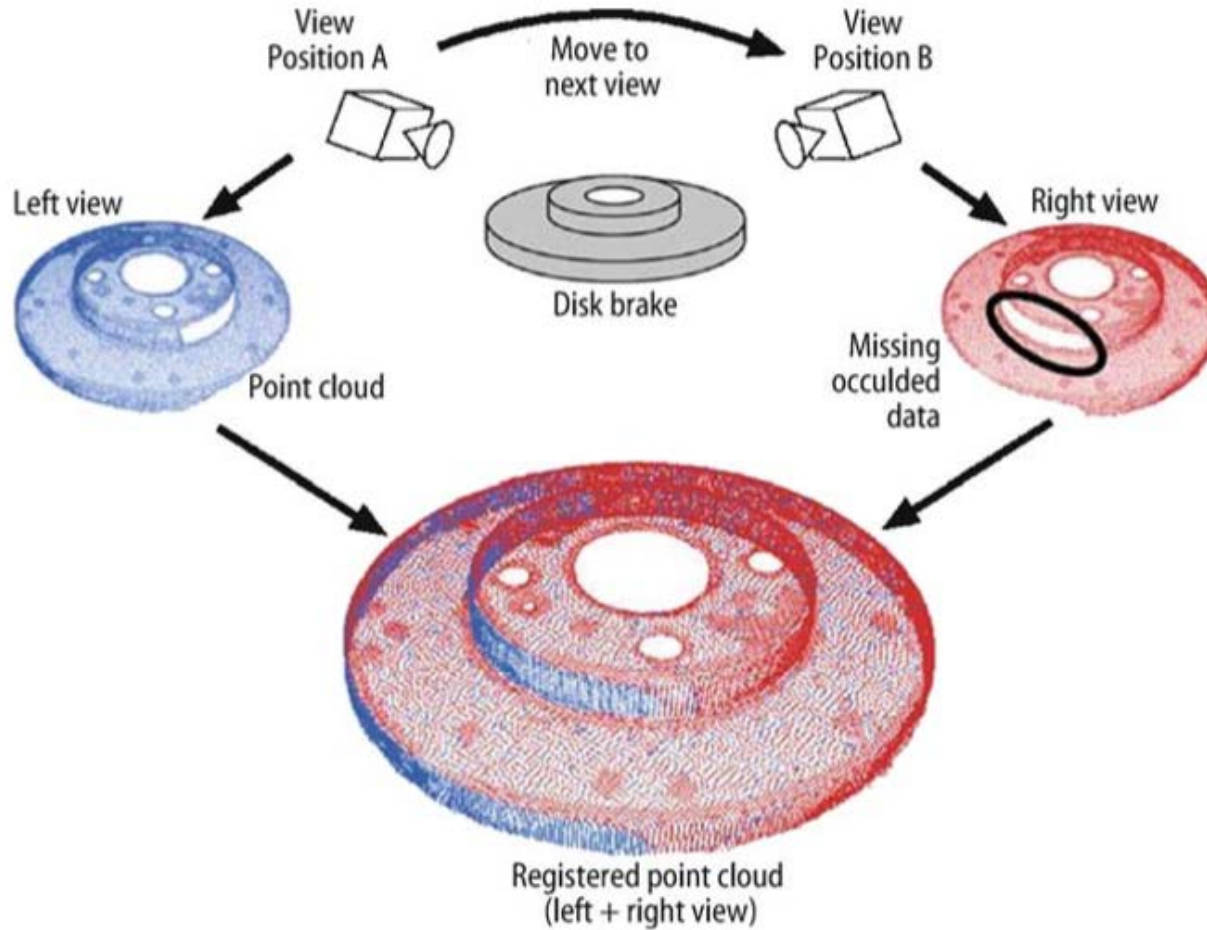
Veri Toplama



Sol – parça ile tarayıcı arası uzaklık (uzaklık resmi), Sağ – Tarayıcı kalibrasyonu ile sol resmin (3D nokta bulutu resmi) haline getirilmesi

Veri Toplama

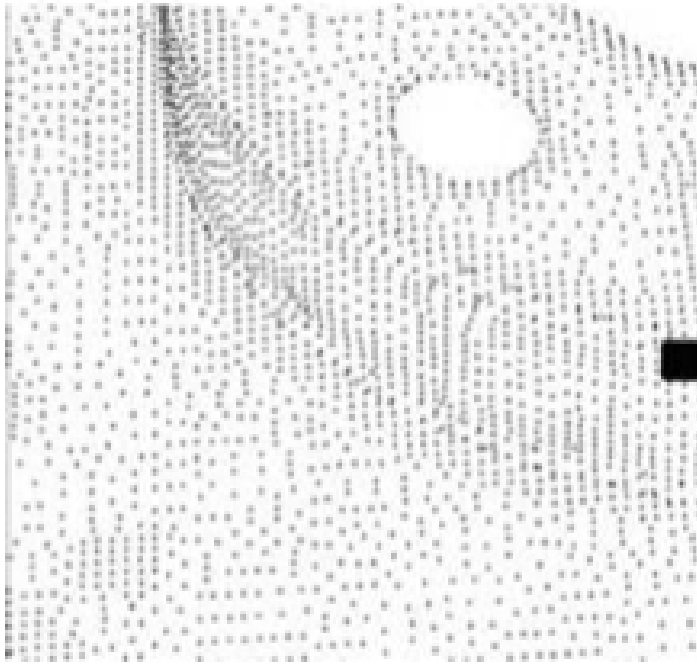
Çoklu uzaklık taraması – Oklüzyon çözümü



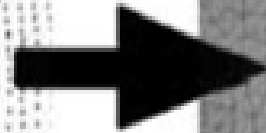
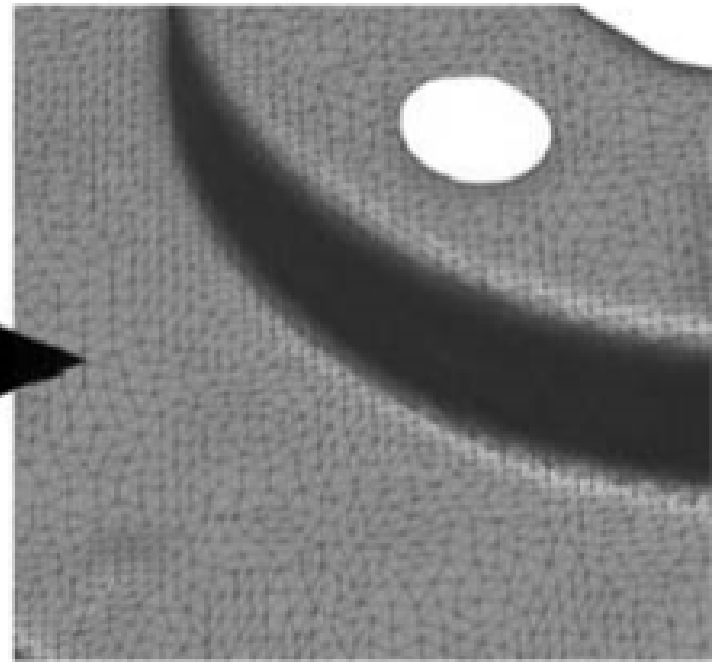
Veri Toplama

Nokta bulutundan yüzey oluşturma

Point cloud



Triangulated surface



Veri Toplama

Veri toplama aşamasında karşılaşılan problemler şu şekilde sınıflandırılabilir:

Kalibrasyon ve tutarlılık: Lens etkileri, lineer olmayan elektriksel davranışlar.

Erişilebilirlik: Tarayıcı, gizli yüzeylere erişemeyebilir.

Kapatılma/okolüsyon: Gölge veya engeller sebebi ile tarama bölgesi erişilemez.

Çoklu görüntüleme: Birden fazla tarama olması durumunda, verilerin aynı koordinat sisteminde kayıt edilmesi gerekir.

Gürültü ve eksik veri: Hatalı veya eksik veri bölgelerinin düzeltilmesi gerekir.

Parçaların dağılımları: Taramada alınan bir örnek parça, tüm parçaları temsil etmez.

Yazılımlar – Uygulamaya göre sınıflandırılmış

No.	Application	Main functions	Software
1	Hardware control	Control RE hardware for data acquisition. Normally, basic data processing operations and data conversion are also provided.	Mitutoyo Cosmos, Hymarc, Metris Scan, Cyberware CyDir and GSI Crystal Studio.
2	CAD entity manipulation	Manipulate CAD entities that are extracted from point clouds and polygon meshes. CAD entities include points, contour lines, and CAD primitives such as circles, rectangles, cylinders, and boxes.	ICEM surf, Imageware and other common CAD packages such as UG, Pro Engineer and Solidworks.
3	Polygon manipulation	3-D polygon data editing, modification, and optimization.	Magics RP, DeskArtes, Catia Shape Sculptor and Viscam RP.
4	Polygon and NURBS surface construction	Provide a complete set of RE data processing tools from working with point clouds and polygons to constructing NURBS surfaces as well as 3-D inspection.	GSI Studio, CopyCAD, Rapidform, Geomagics, Polyworks (Modeler) and Paraform.
5	2-D Scan Image Processing and 3-D modeling	Used for processing 2-D scan images (CT/MRI) and 3-D reconstruction.	Mimics, Rapidform, BioBuild, Velocity2, Amira, Scan IP, Analyze and 3-D Doctors.
6	3-D Inspection	Used for 3-D inspection, error map creation and analysis, inspection report and documentation.	COMETinspect, Metris Focus Inspection, Power INSPECT, PolyWorks Inspector and Geomagic Qualify.
7	NURBS surface and solid modeling	Provide NURBS modeling and editing tools based on basic CAD entities and primitives.	Pro Engineers, UG, Solidworks, Catia and Rhino.

Tersine Mühendislik İçin Kullanılan Yazılımlar

Tersine Mühendislik, aslında ülkemizde yıllardır uygulanan bir yöntemdir. Ancak bugüne kadar körü-körüne ve tamamen insan gücü ve beyninin bazı kabiliyetlerine dayanarak yapılan uygulamalarda, uygun tersine mühendislik yazılımlarının kullanılması da zorunlu hale gelmeye başlamıştır. Piyasada bazı güçlü-ticari tersine mühendislik yazılımları bulmak mümkündür.

Tersine Mühendislik İçin Kullanılan Yazılımlar

**CappsNT, Geomagic Studio, RapidForm,
CopyCAD, Imageware v.b.**

Bu yazılımlar ile fiziksel bir nesnenin üç boyutlu tarama verisi işlenerek üretim için gerekli yüksek hassasiyet ve kalitede CAD modeli elde edilebilir. Yazılımlar, ayrıca daha ileri düzeyde çözümler elde etmek için sayısallaştırma sistemleri ile birlikte kullanılabilir.

Tersine Mühendislik İçin Kullanılan Yazılımlar

Üç boyutlu tarama ve algılama cihazları ile elde edilen NOKTA BULUTLARI, bu yazılımlar ile birlikte anlamlandırılır; taranmış nokta verilerden aralıksız üçgen hücrelerden oluşan modeller elde edilir (triangulation/polygonisation) ve daha sonra uygun yüzeyler giydirilir. Doğrulama aşamasından sonra, CAD/CAM (BDT/BDÜ) süreçlerinde kullanılabilecek uygun bir formatta kaydedilir.

Tersine Mühendislik İçin Kullanılan Yazılımlar

DESIGN INVESTIGATIONS



1/5 kil model

Cadem

1/1 kil model

Final A-Klas Yüzey



1/1 Ölçekli
Tanıtım Modeli



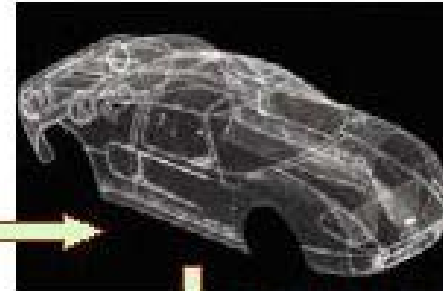
Aerodinamik
Simülasyon Modeli



Fizibilite ve
Geometri Analizleri



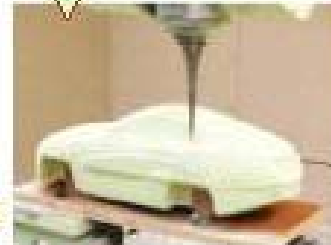
Sayısallaştırma



Nokta Bulutu / Poligon



Hızlı Yüzey Model



STL 1/1 işleme

Fiziksel Testler





Kalite Kontrol

- Optik tarama sonucu elde edilen **nokta bulutunun** veya **stl datasının** Cad modeli ile karşılaştırması ile elde edilen (Doğrusallık, Düzlemsellik, Silindiriklik, Paralellik, Diklik, Açısallık Uzunluk, açı, radyüs vb.) Sonuçların raporlanması ile kalite kontrol işlemleri de yapılabilmektedir.

Hızlı Prototipleme Teknolojisi

Üç boyutlu yazıcı/model makineleri günümüzde HIZLI PROTOTİPLEME (Rapid Prototyping) makinesi olarak da adlandırılmaktadır. Hızlı prototipleme makineleri TERSİNE MÜHENDİSLİĞİN olmazsa olmazlarından sayılabilir. Hızlı prototipleme, bilgisayarda hazırlanan üç boyutlu CAD çizimlerinden direk olarak elle tutulur fiziksel modeller elde etmemizi sağlayan teknolojidir.

Hızlı Prototipleme Teknolojisi

Hızlı prototipleme cihazları vasıtasıyla bilgisayarda çizimi yapılmış her türlü ürünün birebir modelini saatler içerisinde elde etme imkanı doğmuştur. Hızlı prototipleme cihazları kendi içerisinde farklılıklar göstermekle beraber prensipleri aynıdır. Bu yöntemde fiziksel modeller tabandan başlayarak katman katman yüzeylerin üst üste eklenmesiyle oluşturulur.

HIZLI PROTOTİPLEME TEKNOLOJİSİ



HIZLI PROTOTİPLEME TEKNOLOJİSİ

Bu makineler üzerinde üç boyutlu nesneler elde edilmekte olup, bunlar yeni ürün geliştirme süreçlerinde kullanılmaktadır. Ancak, normal yazıcılardan farklı olarak, Dünyada bu cihazları üreten belli başlı birkaç firma bulunmaktadır; 3D Systems, Stratasys, Z Corp. vb. gibi.

HIZLI PROTOTİPLEME TEKNOLOJİSİ

Bu firmaların ürettiği makinelerin en iyisi sudur ya da en kötüsü budur demek mümkün değildir. Her bir makinenin (teknolojinin) kendine has avantajları ya da dezavantajları bulunabilir. Fiyat-performans ilişkisi, bütçe olanakları ve makinenin kullanım amacı göz önünde bulundurularak optimum bir seçim yapılması gerekir. Yukarıda adı geçen firmaların her biri farklı teknolojileri kullanan Üç Boyutlu Yazıcı/Model makineleri üretmektedir.

HIZLI PROTOTİPLEME TEKNOLOJİSİ



Hızlı prototipleme ne amaçla kullanılır?

Hızlı prototipleme teknolojileri ürün geliştirme süreçlerinde yaşanan problemlere çözümler getirmektedir. Bilgisayarda çizilen tasarımların seri üretime geçmeden önce prototiplerinin hazırlanması ve bu prototiplerin çeşitli testlerden geçmesi gerekmektedir. Bu süreç geleneksel yöntemlerle yapıldığında günler hatta haftalarca sürebilir. Hızlı prototipleme ile bu süreç saatler içerisinde gerçekleştirilir ve elde edilen prototipler hem görsel hem de fonksiyonel açıdan test edilebilirler. Olası tasarım değişikliklerine bu prototipler üzerinden karar verilerek gerekli değişiklikler süratle uygulanır.

Hızlı Prototipleme ile üretilen parçalar nerelerde kullanılırlar?

- Ürünün görsel kontrolü yapılır ve olası form hatalarını gözlemlenebilir.
- Birden fazla komponent içeren ürünlerin birbirlerine geçme detayları ve parçaların uyumu kontrol edilebilir.
- Mekanizmaların çalışabilirliği test edilebilir.
- Çok parçalı bir montaj parçası tek seferde üretilip çalıştırılabilir.
- Prototip modelleri kalıp yapımında master model olarak kullanılabilir.
- Prototip modelleri hassas döküm işlemi için kullanılabilir.

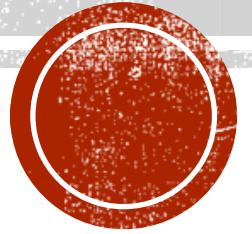
Hızlı prototipleme ile ne tür parçalar üretilebilir?

Bilgisayar çizimi olan her şeyi bu yöntem ile üretebilirsiniz. Parçaların hacmi, et kalınlığı veya formu bir sınırlama oluşturmaz. Malzeme konusunda ihtiyacınıza göre değişik malzemelerden değişik renklerde üretim yapmak mümkündür. Esnek veya rijit, şeffaf veya mat parçalar üretebilirsiniz. Parçalar istenildiğinde kolayca boyanabilir ve birebir ürün üzerinde de kullanılabilirler. Kesilebilir, zımparalanabilir ve birbirlerine yapıştırılabilirler. Isıya dayanımları değişken malzemelerden ihtiyacınıza uygun olanı seçebilirsiniz.

Hızlı prototipleme ile ne tür parçalar üretilebilir?



ÜÇ BOYUTLU YAZICI DÜNYASI



3 BOYUTLU YAZICI NEDİR?

Geleceğin teknolojisi olarak görülen 3 boyutlu yazıcılar, hayal edilen bir parçayı bilgisayar ortamında modelleyerek, kısa bir süre içinde elle tutulabilir somut nesnelere dönüştüren makinelerdir.



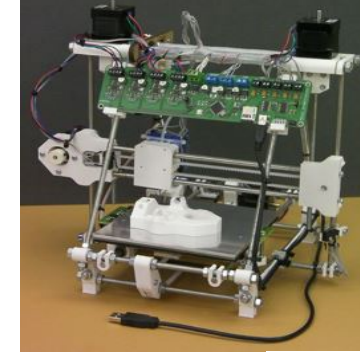
3B YAZICI TARİHİ GELİŞİMİ

- **1984;** İlk 3B yazıcı, **SLA** (stereolithography) teknolojisi kullanılarak Charles Hull tarafından geliştirildi.
- **1986;** 3B yazıcılar üzerine **3B Systems** adında **ilk şirket kuruldu.**
- **1988;** Selective Laser Sintering (**SLS**) ve Fused Deposition Modelling (**FDM**) teknolojileri bulundu.
- **1995;** Z Corporation şirketi **3B yazıcı satışına** başladı.



3B YAZICI TARİHİ GELİŞİMİ

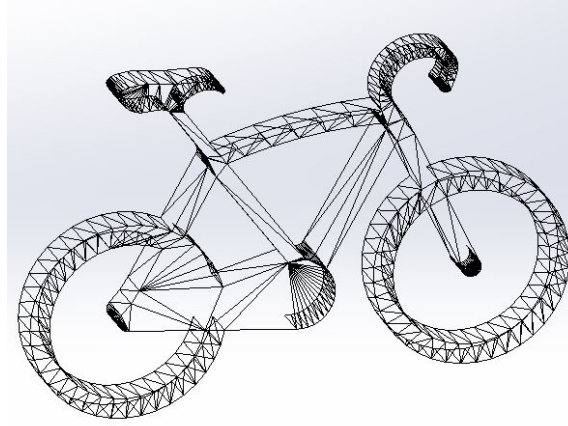
- **2007;** Reprap ismi ile, **açık kaynak kodlu 3B yazıcılar** çıktı.
- **2008;** Object Geometries şirketi, **Connex500**'u geliştirdi ve bu ürün ile aynı anda farklı malzemeler kullanılarak 3 boyutlu ürün oluşturulabildi.
- **2009;** Makerbot ve 3D Systems'in geliştirdiği Cubify gibi **ev tipi 3B yazıcılarda** artış oldu.



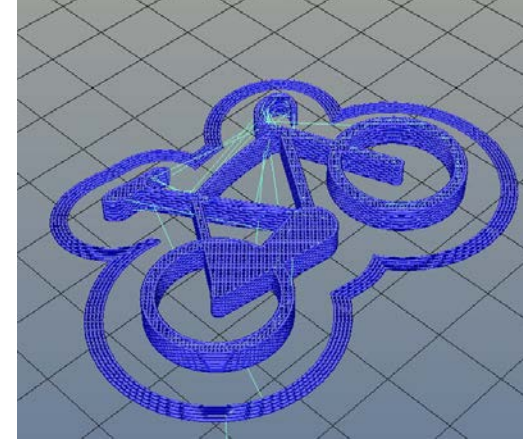
ÜÇ BOYUTLU YAZDIRMA İŞLEMİ NASIL GERÇEKLEŞİR?



CAD Dosyası



STL Uzantılı Dosya



Katmanlar ve Takım Yolları



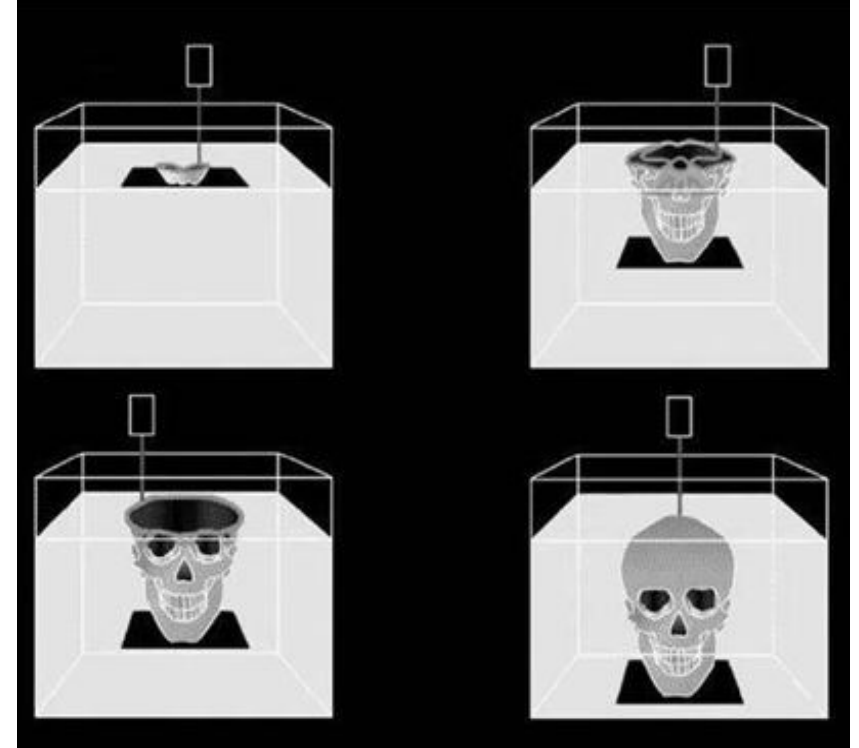
3 Boyutlu Baskı Sonrası
Ürün



3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

▪ SLA (Stereolithografi) Teknolojisi:

Lazerin veya ışının katılaşmasını sağladığı sıvı bir polimerin yüzeyine modelin katmanını çizilir ve her katman oluştuktan sonra Z eksenine göre bir katman kalınlığı kadar model aşağıya indirilir. İndirme hidrolik, pnömomatik, vida-somun sistemi gibi benzer mekatronik sistemlerle çalışır.



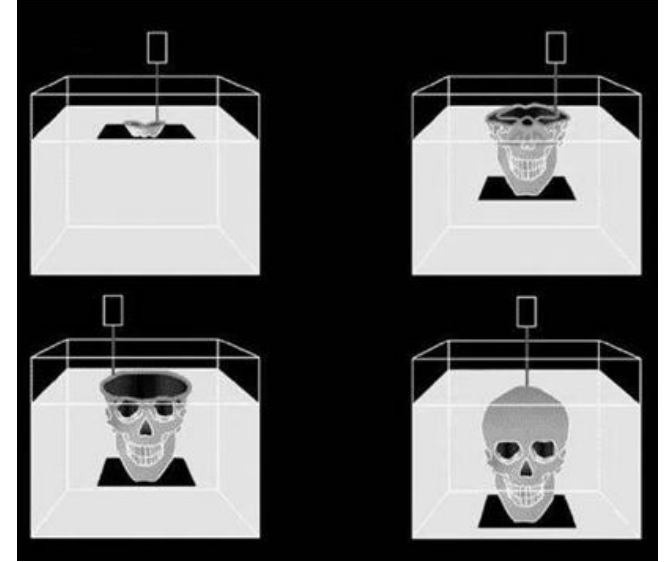
SLA çalışma prensibi



3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

▪ SLA (Stereolithografi) Teknolojisi: Işıkla Kür - Tarayarak

Oda sıcaklığında sıvı halde bulunan fotopolimer hammadde küp şeklindeki inşa alanının içerisini doldurmuş durumdadır. Bu sıvı kütlesinin üzerine bir lazer kaynağından elde edilen ışık gönderilir. Işık kaynağı tabandan başlayarak yukarıya doğru malzemeyi tarayarak istenilen bölgelerin küreleşmesi sağlanarak prototip üretilir. Katılaşan parça daha sonra bu sıvının içerisinden çıkarılır ve henüz tam katılaşmamış olduğu için ikincil bir işleme tabi tutularak UltraViyole ışıını altında katılaşması sağlanır. Bu teknolojiye kullanılan malzemeler bu yöntemle özgü fotopolimer malzemelerdir. İhtiyaca göre değişik özelliklerde malzeme elde etmek mümkündür.

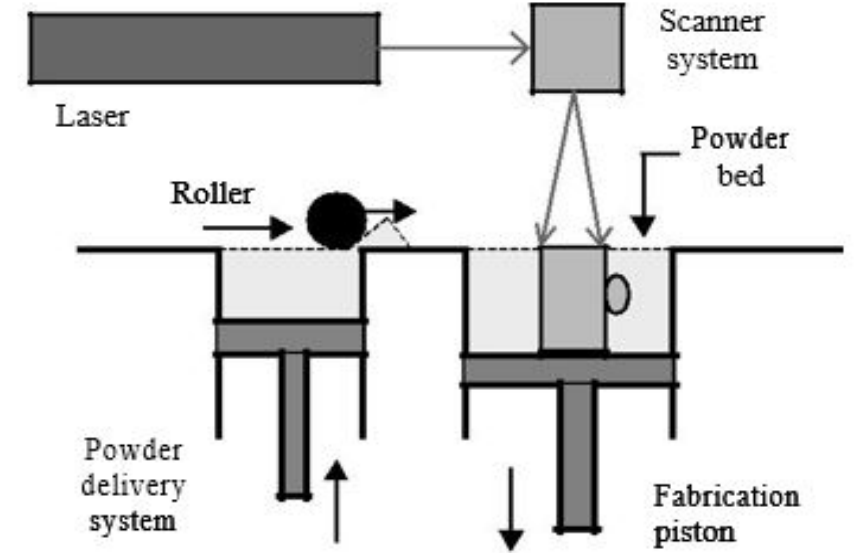


3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

▪ SLS (Seçici Lazer Sinterleme) Teknolojisi:

Burada hacimli tabla üzerine metal tozu serilir, lazer ışınları toz malzemenin üzerine yansıtılarak model geometrisi alanında kalan tozlardan ergiyerek bağlanması ile katmanlar meydana getirilir, ve her katman oluştuktan sonra Z eksenine bir katman kalınlığı kadar model aşağıya indirilir. Metal tozu tekrar serilir ve işlemler devam ederek model oluşturulur.

Lazer teknolojisinin gücüne bağlı olarak **metal**, **plastik** ve **seramik** gibi birçok farklı malzeme kullanılabilir.



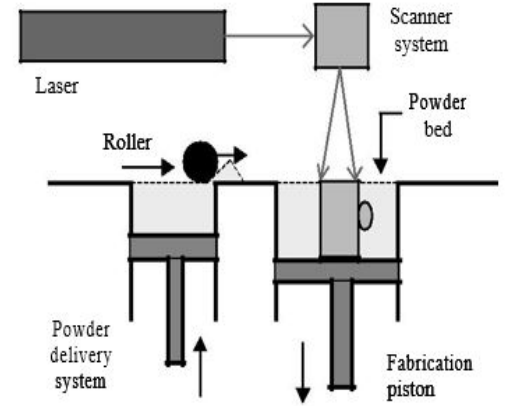
SLS teknolojisinin şematik gösterimi



3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

■ SLS (Seçici Lazer Sinterleme) Teknolojisi: Toz Bağlama - Isıtarak

Bu teknikte, ısıtıldığında kaynaşabilen toz halindeki bir inşa hammaddesi ince ve düzgün bir tabaka halinde yayılır. Ardından yüzeydeki seçilen bölgeler lazer ısıyla taranarak ısıнын yüzeye çarptığı noktalarda oluşan sıcaklıkla toz malzemenin eriyerek temas halinde olduğu diğer toz taneleriyle kaynaşması sağlanır. Böylece prototip katman katman toz yığılarak üretilir. Parçanın üretimi tamamlandıktan sonra -aynı zamanda da destek malzemesi işlevi gören- fazla tozlar parça üzerinden bir fırça yardımıyla temizlenir. Bu teknolojiye kullanılan malzemeler Polyamide, Ploystrene ve çeşitli özelliklerde metal alaşımlarıdır.

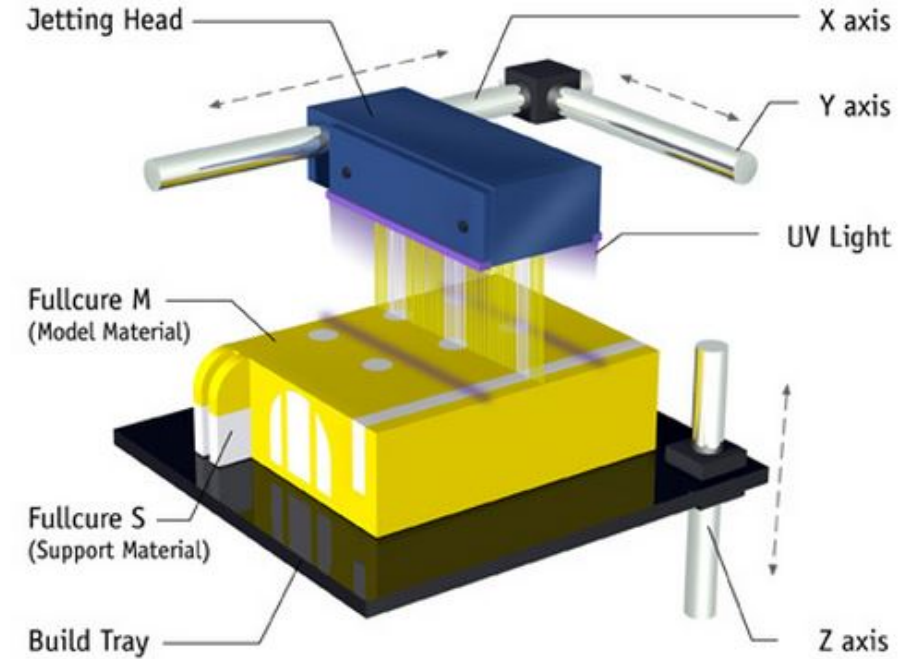


3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

■ Polyjet Teknolojisi

Model, tabla üzerine katman katman fotopolimer reçine püskürtülerek ve UV ışık ile kürlenerek oluşturulur.

Polyjet teknolojisi, çoklu malzemeleri bir arada kullanan son teknoloji katmanlı üretim yöntemidir.



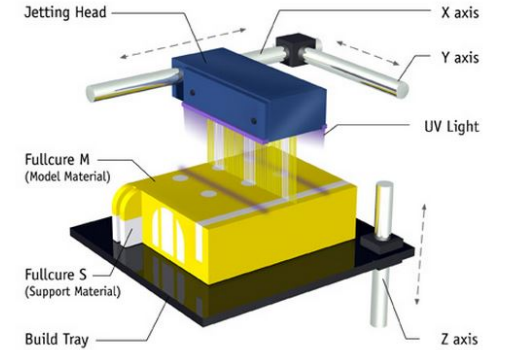
Polyjet teknolojisinin şematik gösterimi



3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

■ Polyjet Teknolojisi: Harç Yığma – Püskürterek

Bu teknikte oda sıcaklığında sıvı halde bulunan fotopolimer hammadde sekiz adet enjeksiyon kafası üzerindeki binlerce memeden püskürtülerek katmanların oluşması sağlanır (plastik enjeksiyon makinalarındakine benzer bir yöntemle). Püskürtülen hammadde UltraViyole lambalar vasıtasıyla aynı anda dondurularak katılaştırılır. 16 mikron kalınlığındaki katmanlar bu şekilde teker teker oluşturularak prototip elde edilir. Model havada asılı duramayacağı için boşluklar destek malzemesiyle aynı enjeksiyon yöntemi kullanılarak doldurulur. Bu destek malzemesi daha sonra suda çözündürülür ve fiziksel model elde edilir. Bu teknolojiye kullanılan malzemeler bu yöntemle özgü fotopolimer reçinelerdir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirlerinden farklılıklar gösterir ve ihtiyacınıza göre malzeme seçenekleri mevcuttur



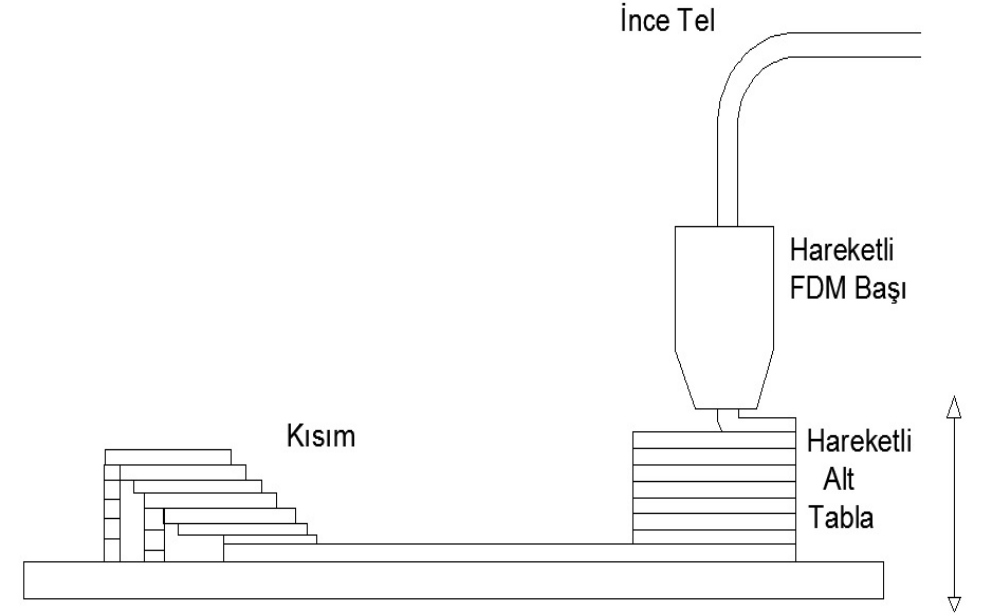
3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

■ FDM (Katman Birikimli Modelleme)

Teknolojisi :

Dünyada en yaygın olarak bilinen ve kullanılan **FDM teknolojisi** (fused deposition modelling) ya da **birleştirme yoluyla yığma teknolojisi**dir.

Bu teknik de ısı ile şekil alabilen termoplastik (PLA, ABS) malzemeler kullanılmaktadır



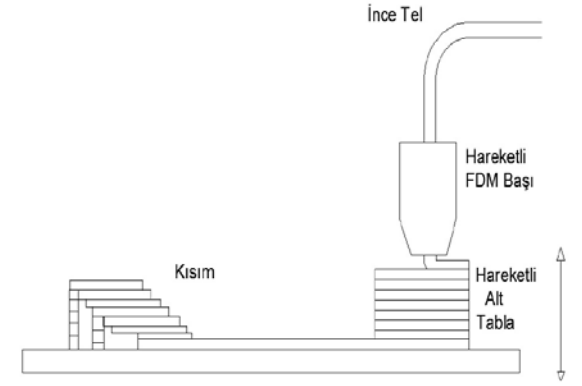
FDM işlemi şematik gösterimi



3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

▪ FDM (Katman Birikimli Modelleme) Teknolojisi : Harç Yığma - Sıvayarak

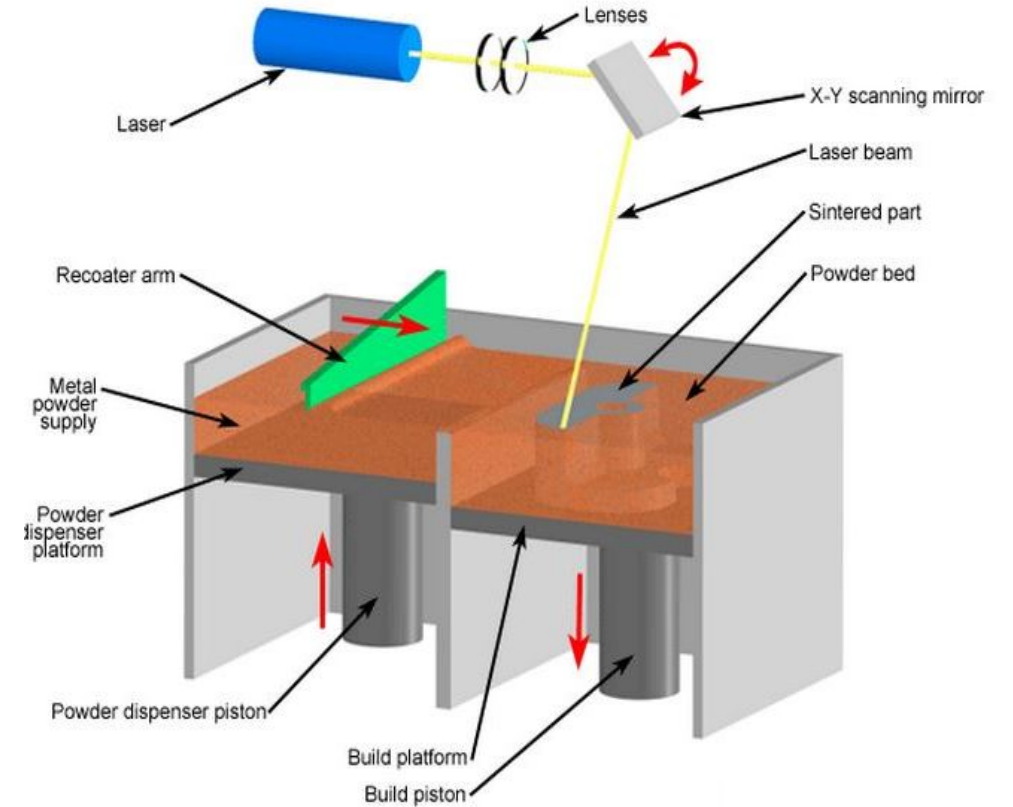
Katı halde bulunan hammadde ısıtılarak sıvı hale getirilir. Sıvı haldeki hammadde ince uçlu bir memeden püskürtülür ve yüzeye ince bir tabaka halinde sıvanarak katmanların oluşması sağlanır. Püskürtülen hammadde daha sonra katılaşır ve cihazdan çıkarılır. Polyjet teknolojisindeki gibi destek malzemeleri ile kurulan yapı daha sonra destek malzemelerinden ayrıştırıldıktan sonra fiziksel model elde edilir. Bu teknolojide ABS (acrylonitrile butadiene styrene) ve PC (polycarbonate) malzemeler kullanılarak prototip inşa edilir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri ürünlerde kullanılan malzemelerle aynıdır.



3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

■ DMLS (Direct Metal Laser Sintering) Teknolojisi :

Bu yöntemi kullanan cihazlar **erimiş metali küçük bir delikten püskürtmek** suretiyle katmanlar oluştur. Maliyetleri yüksektir ancak hassas metal parçalar üretilebilir.



DMLS teknolojisinin şematik gösterimi.



3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ

HIZLI PROTOTİPLEME TEKNOLOJİLERİNİN KARSILASTIRILMASI				
	Polyjet	FDM	SLS	SLA
Pürüzsüz yüzeyler	+			
Detaylı parçalar	+			+
Şeffaf malzeme	+			+
Mat malzeme	+	+	+	+
Esnek malzeme	+			
Görsel tasarım kontrolü	+	+		+
Kimyasal testler		+	+	
Mekanik kontrol	+	+	+	+



3 BOYUTLU BASKI TEKNOLOJİLERİ



FDM

MALZEMELER
ABS, PC

ÇÖZÜNÜRLÜK
0,24 mm (240 μ)



SLA

MALZEMELER
ABS, PC,
Waterclear,
Nylon 66

ÇÖZÜNÜRLÜK
0,1 mm (100 μ)



SLS

MALZEMELER
Polyamid, Metal,
Seramik

ÇÖZÜNÜRLÜK
0,1 mm (100 μ)



OBJET POLYJET

MALZEMELER
Fullcure, Vero,
Tango

ÇÖZÜNÜRLÜK
0,016 mm (16 μ)



KULLANILAN MALZEMELER

FDM Teknolojisinde Kullanılan Malzemeler;

- ABS
- PLA
- PET
- Nylon 3B Filament
- Metal görünümlü 3B Filament
- Seramik 3B Filament
- Ahşap 3B Filament
- Karanlıkta Parlayan 3B Filament
- Karbon Fiber PLA
- Polikarbon ABS
- UV Duyarlı ABS



SLS Teknolojisinde Kullanılan Malzemeler;

- Poliamid
- Cam katkılı poliamid
- Metal

Polyjet Teknolojisinde Kullanılan Malzemeler;

- Dijital ABS
- Fullcure 720
- Vero clear
- Tango
- Endur



LİTERATÜRDE ÇALIŞMALAR

Yapılan çalışmaların bazılarında birden fazla malzeme kullanılarak üç boyutlu baskı yapabilme çalışması anlatılmıştır



Birden fazla malzeme kullanılarak basılan satranç taşları

LİTERATÜRDE ÇALIŞMALAR

Burada araçların ses düğmesinin tersine mühendislik kullanarak yeniden tasarlanıp imal edilmesi anlatılmaktadır. Aynı zamanda tersine mühendislik işlemini tanıtmaktır.

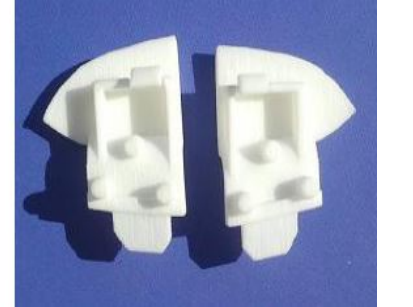
Tersine mühendislik önceden var olan nesneden yararlanarak, ona benzer yeni bir ürün imal edebilmektir.



Ses düğmesinin ön ve arka yanı



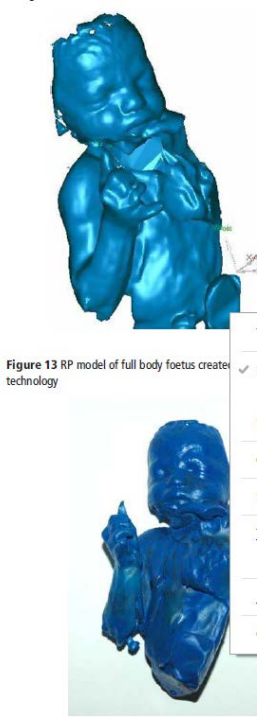
Düğmenin 3 boyutlu modeli



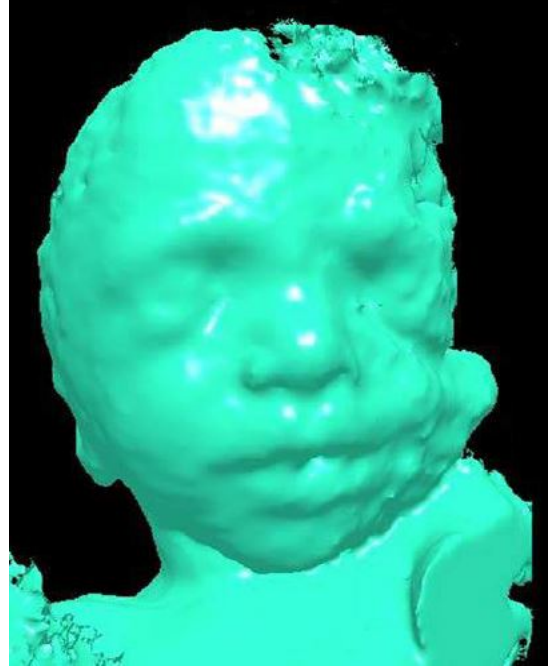
İmal edilen ön ve arka ses düğmelerin görünümü

LİTERATÜRDE ÇALIŞMALAR

Ultrasondan gelen görüntüleri **hızlı prototipleme** süreci ile üç boyutlu fiziksel hale getirme çalışması yapılmıştır



Kısmi histogram yöntemi
ile oluşturulan 3B model

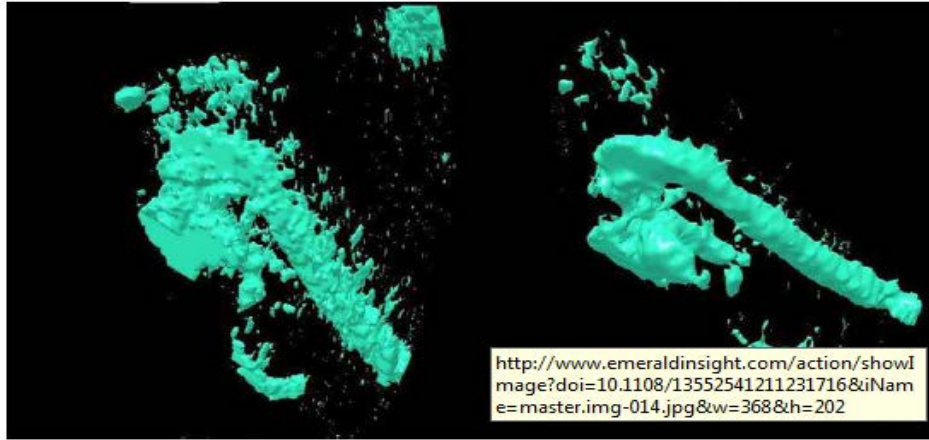


3B Yazıcı prosesi ile
üretilmiş yüz modeli



FETÜS ÜN MODELİ VE BASKISI

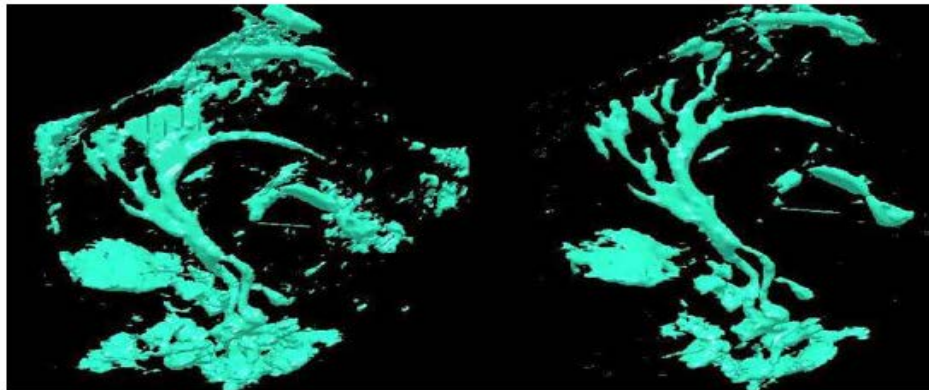
Model of fetus created with (a) the iterative histogram-based method and (b) Partial histogram-based method



(a)

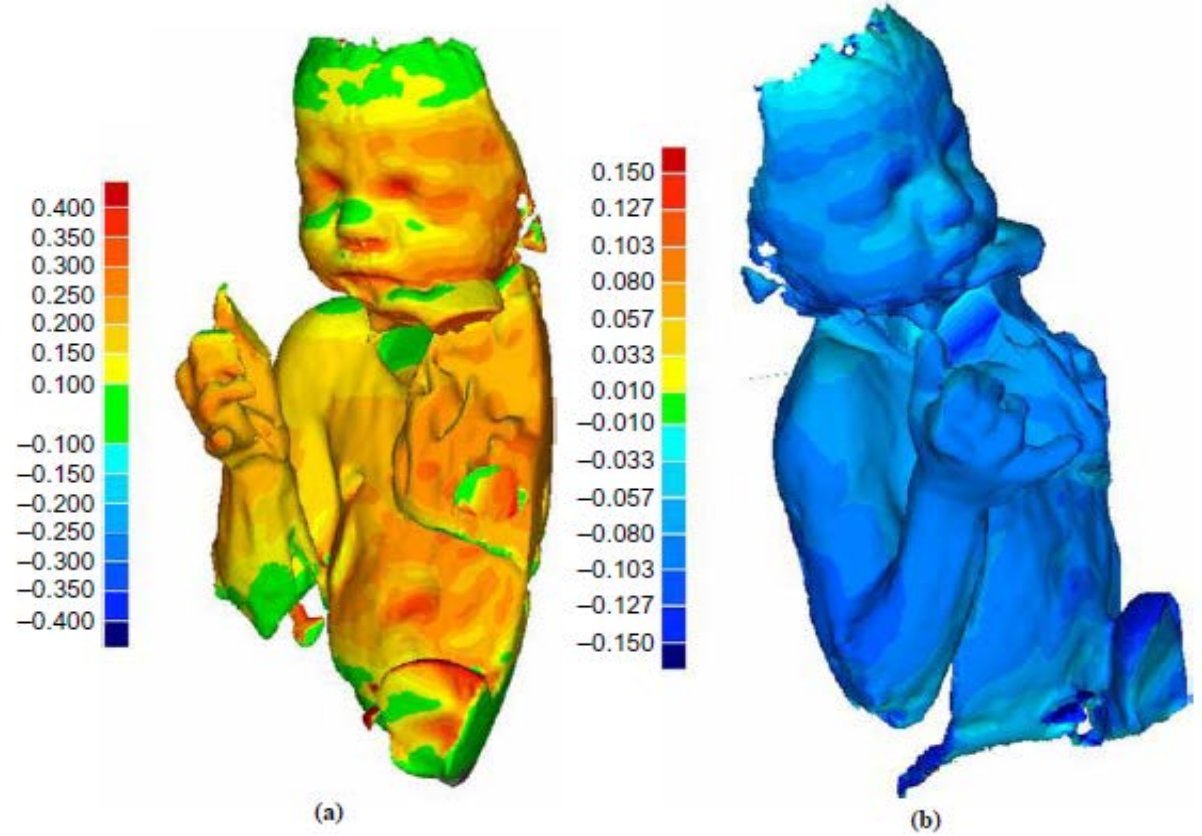
(b)

Model of vessels created with (a) the iterative histogram-based method and (b) Partial histogram-based method



(a)

(b)



(a)

(b)

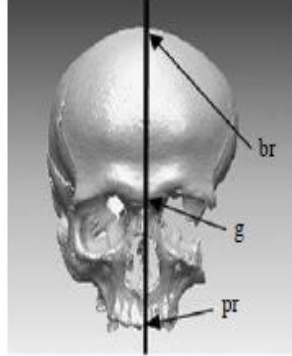


LİTERATÜRDE ÇALIŞMALAR

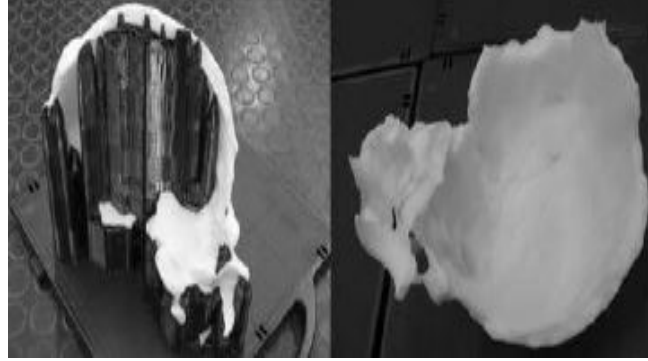
Fiziksel olarak tahrip olan kafatasının kayıp olan parçası tersine mühendislik kullanarak, bilgisayar destekli tasarım ve hızlı prototipleme ile nasıl oluşturulduğunu anlatılmıştır.



Fiziksel tahrip
görmüş kafatası



Lazer ile taranan
kafatasının 3B modeli



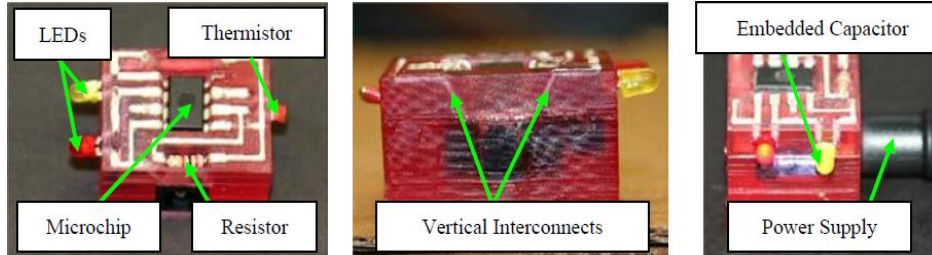
Üç boyutlu olarak
yazdırılan
kafatasının eksik
olan parçası



Eksik parçası ile
birleştirilmiş kafatası

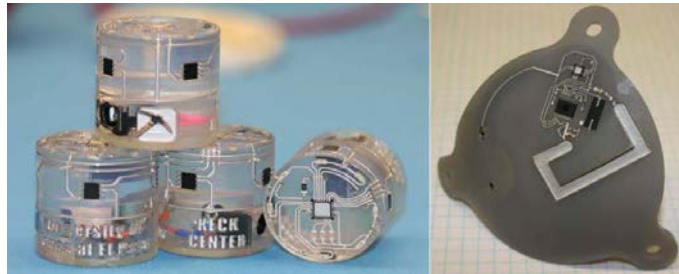
LİTERATÜRDE ÇALIŞMALAR

2012 yılında yayınlanan makalede, stereolitografi (SLA) ve doğrudan baskı teknolojilerini bütünleştiren hibrit üretim sistemi sunulmuştur. **3 boyutlu basılan malzemenin içine elektronik aksam yerleştirilmiştir**



3B 555 zamanlayıcı devresi-Dikey ara bağlantıları-

Çalışan 3B devresi



3 boyutlu yapı ile birleştirilmiş örnek elektronik aksamlar

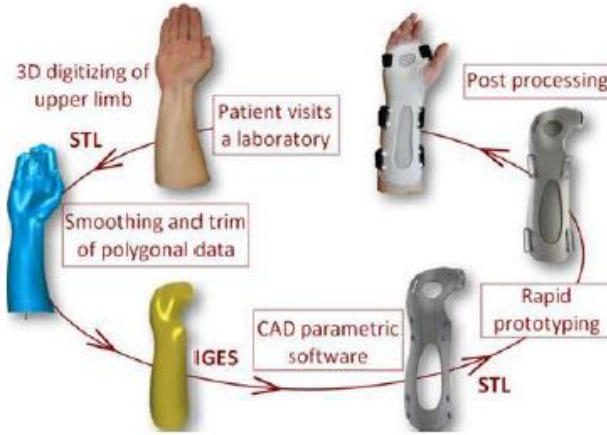
Hızlı prototipleme yardımı ile cerrahi planlama ve özel implant tasarımı yapılmıştır.



Üç boyutlu baskı ile yapılan özel implantlar

LİTERATÜRDE ÇALIŞMALAR

Bilek ortezi tasarım sürecinin pilot çalışması görölmektedir.



Sağ kol ortezi tasarımı süreci



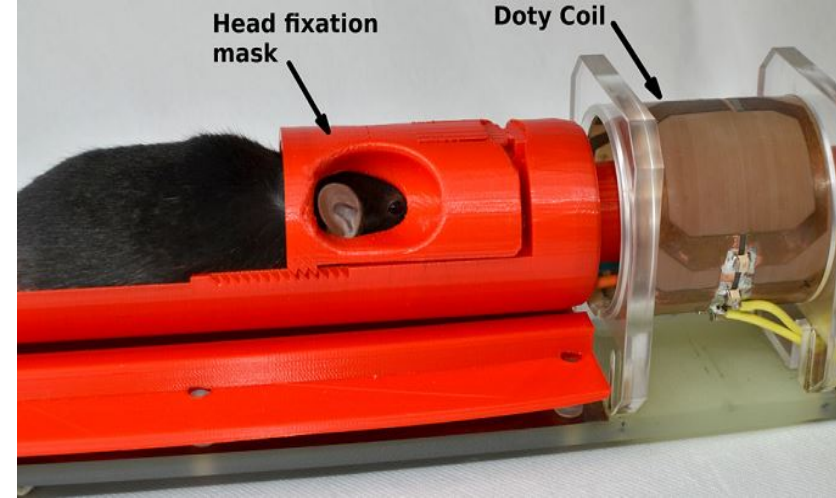
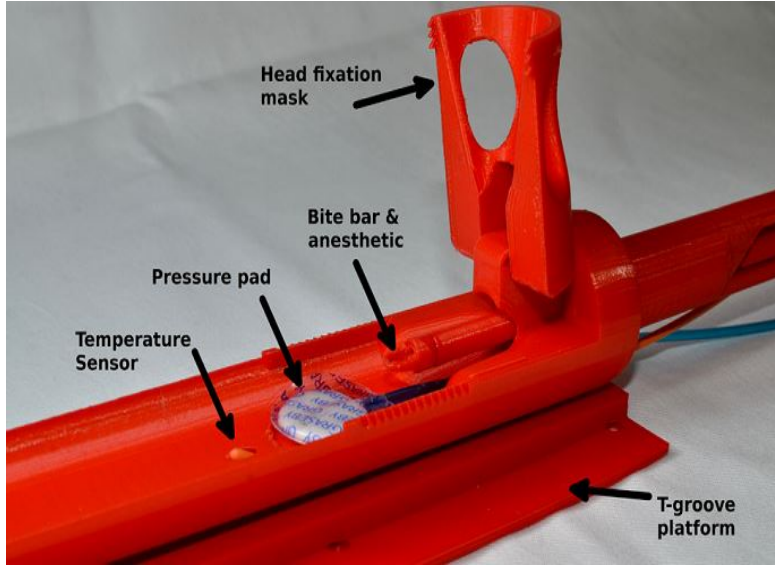
FDM teknolojisi ile yapılan prototip ortezi



Sağ kol ortezi son hali

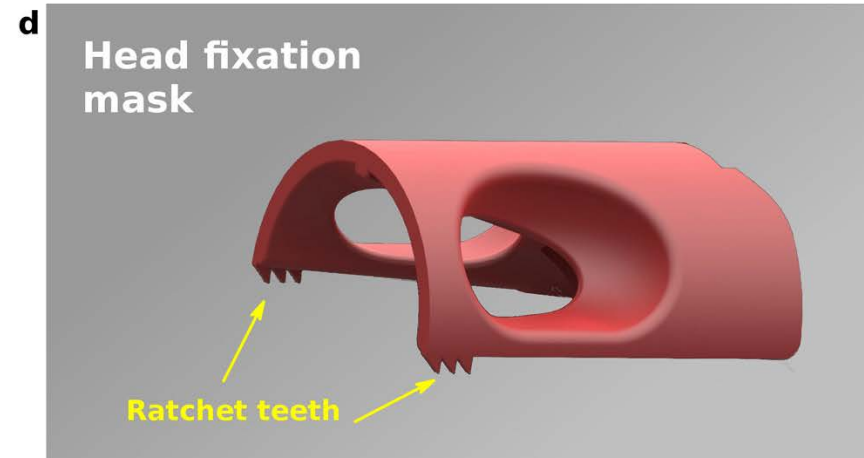
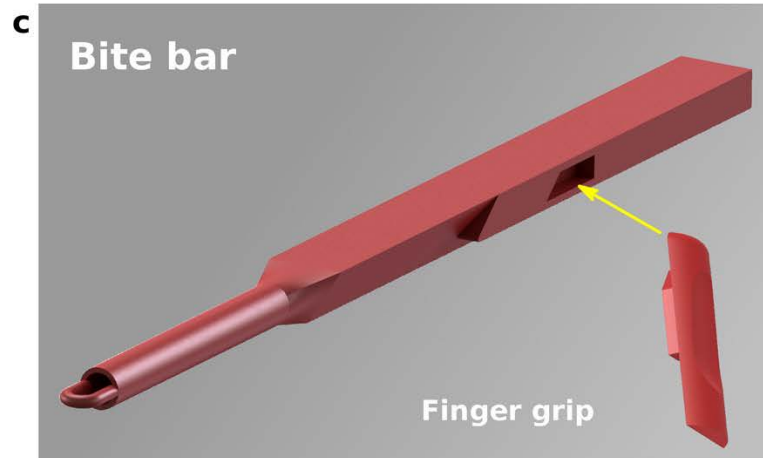
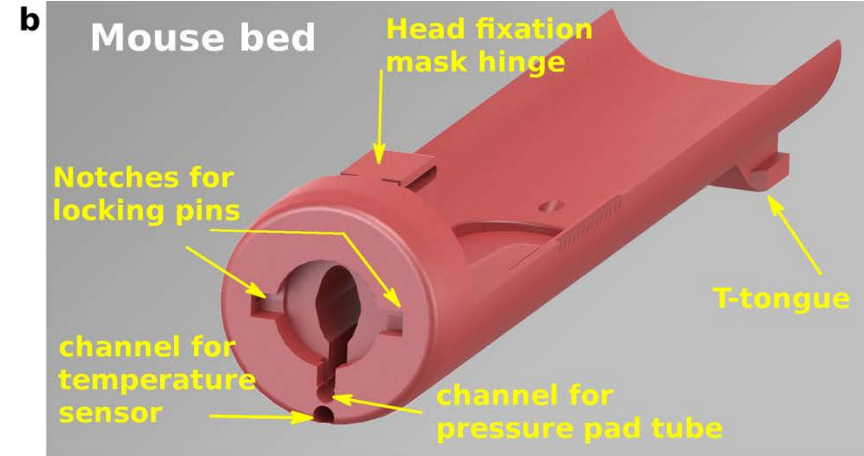
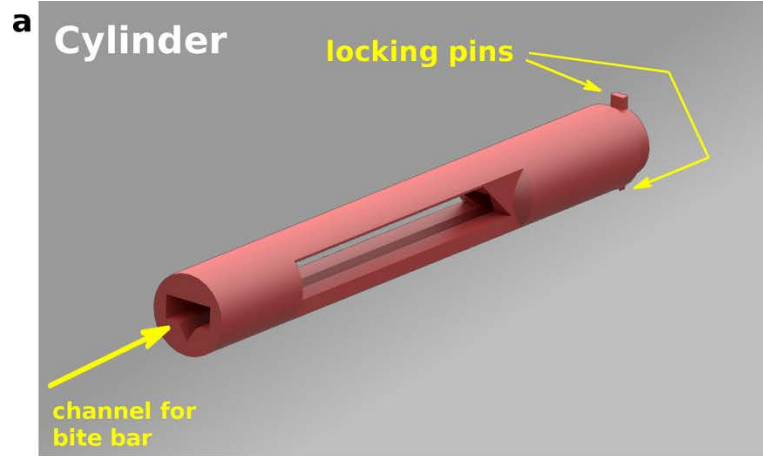
LİTERATÜRDE ÇALIŞMALAR

Üç boyutlu yazıcı ile fare üzerinde deneylerin gerçekleştirilebilmesi için parçalar basılmıştır. Bu parçaların birleştirilip deney düzeneğinin kurulmuş hali görülmektedir

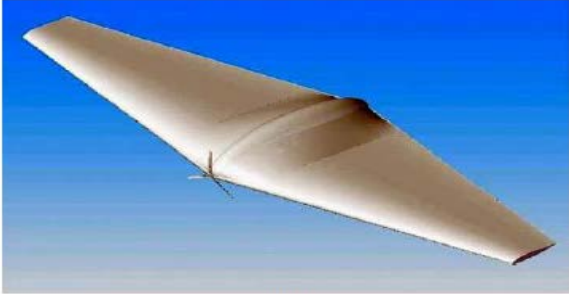


Üç boyutlu baskı ile yapılan deney düzeneği

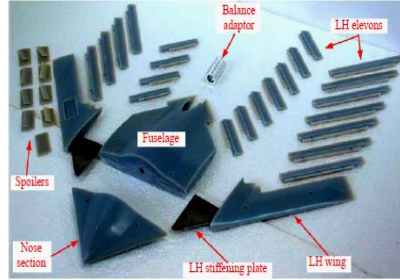
LİTERATÜRDE ÇALIŞMALAR



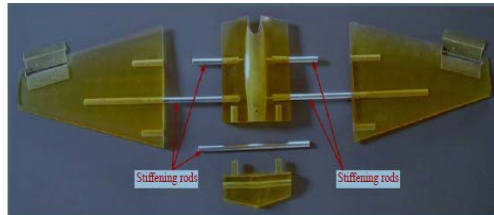
GELECEKTE 3B YAZICI TEKNOLOJİSİ



(a)



View of the ILAS model before final assembly showing the five reinforcing rods



(a)



GELECEKTE 3B YAZICI TEKNOLOJİSİ

■ 3B Yazıcılarla Hayat

Çocuklar internetten indirdiği üç boyutlu bir oyuncak verisi ile kendi oyuncağını yapabilme şansına sahip olacaklardır.

Ya da evde kullanılan cihazların herhangi bir parçası bozulduğu zaman bu parçayı direkt fabrikadan getirtmek yerine yalnızca gerekli olan **geometri ve malzeme** bilgisi için ödeme yapmak yeterli olacaktır.



GELECEKTE 3B YAZICI TEKNOLOJİSİ

■ 3B Yazıcılar Hayat Kurtaracak

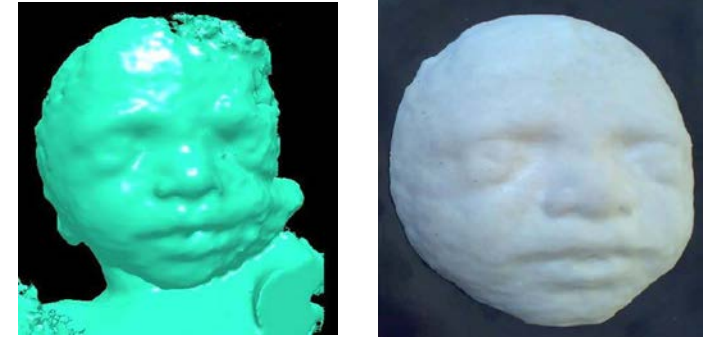
Tıp alanında ise, hastalara özel titanyum kemik parçaları, ortodonti kullanımlarına uygun malzemeler ve protez üretimi yaygınlaşacaktır.



Üç boyutlu baskı ile yapılan özel implantlar



Üç boyutlu baskı ile yapılan protez ve implantlar



Ultrasondan gelen görüntüleri hızlı prototipleme süreci ile üç boyutlu fiziksel hale getirme çalışması



GELECEKTE 3B YAZICI TEKNOLOJİSİ

■ 3B Yazıcılar Hayat Kurtaracak

Oxford Üniversitesi'nde bilim adamları gelecekte organların oluşturulması için kullanılacak **insan kök hücrelerini** 3B yazıcı ile üretmeyi başarmıştır.

Bu da yakın bir gelecekte, insanların ihtiyaç duyduğu organların üç boyutlu yazıcılarla insan vücuduna uyumlu bir şekilde üretilebileceği anlamına gelmektedir.



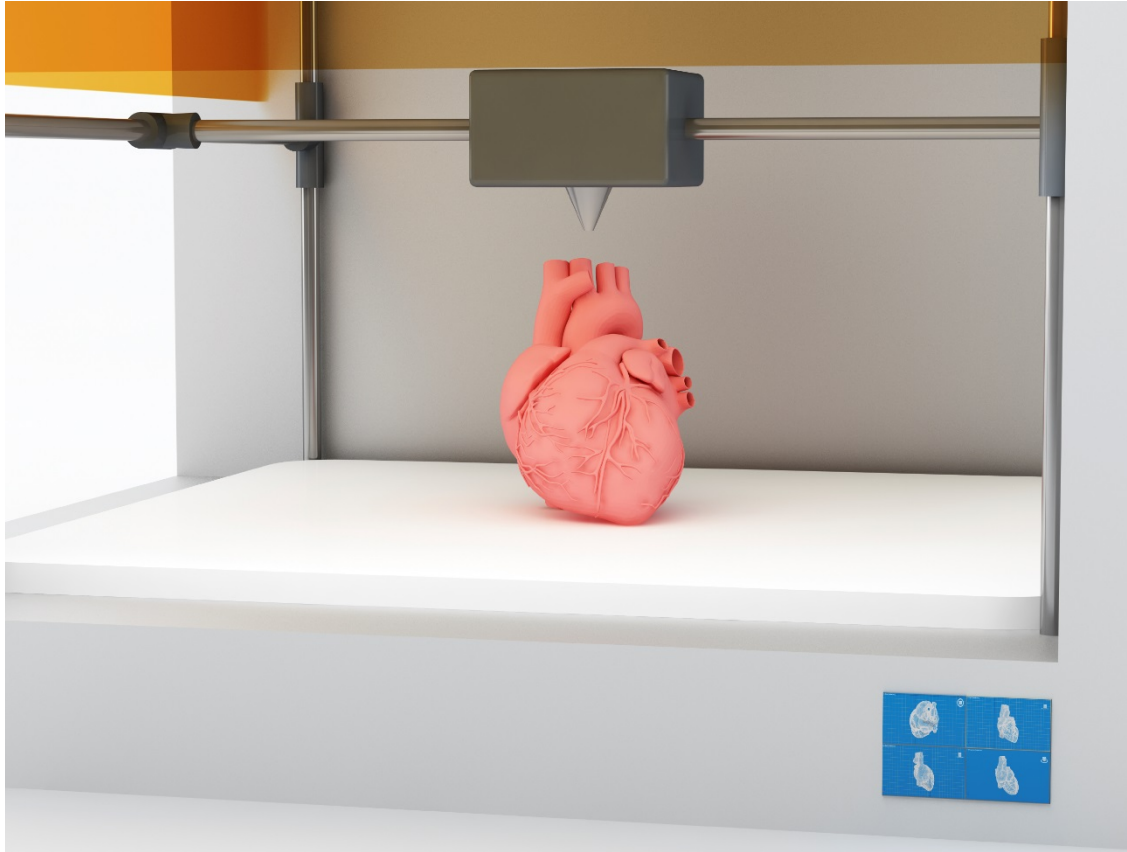
Yazıcıdan basılan ilk insan organı 'kulak'.



Yazıcıdan basılan insan organı 'böbrek'.



3B YAZICILAR HAYAT KURTARACAK

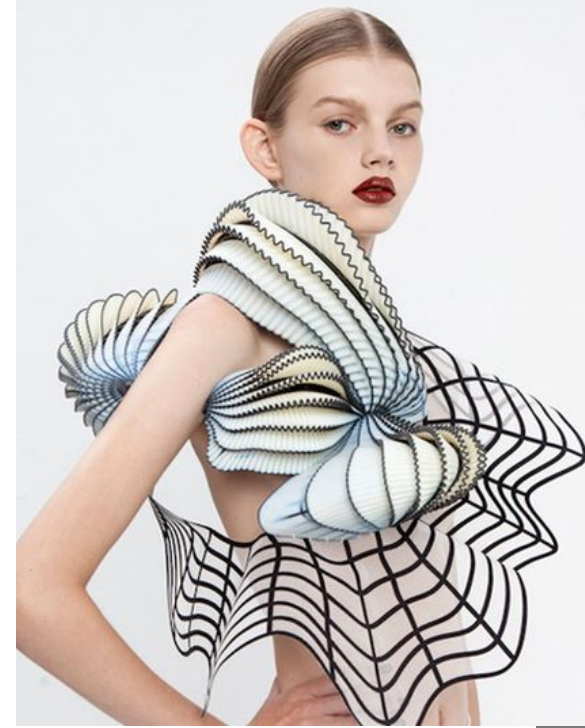


GELECEKTE 3B YAZICI TEKNOLOJİSİ

- **Kişiselleştirmenin Önemi Artacak**

3 boyutlu baskı teknolojisi sayesinde, satın aldığımız ürünler istediğimiz bütün özelliklere sahip olabilecektir.

Örneğin kişinin ayak yapısına uygun ayakkabı veya beklentilerine uygun kıyafetler rahatlıkla üretilebilecektir.



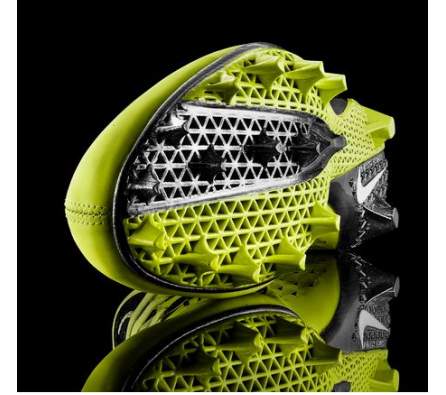
GELECEKTE 3B YAZICI TEKNOLOJİSİ

■ Ürün İnovasyonu Daha da Hızlanacak

Yeni otomobil tasarımlarından, ev eşyalarına kadar geniş bir alanda tasarım hızlanacak, dolayısıyla inovasyonun ivmesi de artacak.

3B Yazıcılar ile üründe yapılabilecek olası bir hata, ürün henüz tasarım aşamasındayken fark edilip, düzeltilebilecek.

2014 Super Bowl müsabakaları esnasında atletlere ivme kazandırması için özel olarak ayakkabı tasarlanmıştır.



GELECEKTE 3B YAZICI TEKNOLOJİSİ

■ Yeni Makinalar, Yeni Fabrikalara Dönüşecek

Örneğin yurt dışından ithal edilen bir makinanın parçasına ihtiyaç oldu diyelim. Bu parçanın geleneksel yöntemlerle elimize ulaşması, gerek maliyet, gerekse zaman açısından zor olabilir.

Bilgisayar ortamından sadece gereken parçanın 3 boyutlu veri paylaşımı ile, bu parçayı kendi sisteminizde veya Dijital Serviste ürettirebileceğiz.



GELECEKTE 3B YAZICI TEKNOLOJİSİ

■ 3 Boyutlu Baskı Havacılığın Geleceğini Belirleyecek

3B yazıcılar, havacılık için kullanılan **parça sayısını ve parçaların ağırlıklarını** da azaltarak verimi arttıracaktır.



Avrupalı dev uçak üreticisi Airbus, uçaklarındaki 1000'den fazla parçayı, endüstriyel 3B yazıcılarda üretmeye başlamıştır.

Bu durum aynı zamanda gelecekte bütün bir uçağın endüstriyel 3D yazıcılar ile üretilebileceğinin sinyalini vermiş oldu.



GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ 3B YAZICILAR



Amsterdam'da yeni bir 3 boyutlu yazıcı teknolojisi kullanan robot yazıcılar bir yaya köprüsünü yoktan var ediyor.

MX3D 3 boyutlu teknolojileri üzerine kafa yoran ve üreten bir Hollanda şirketi, insanların üzerinde yürüyeceği bir köprüyü inşa ediyorlar.



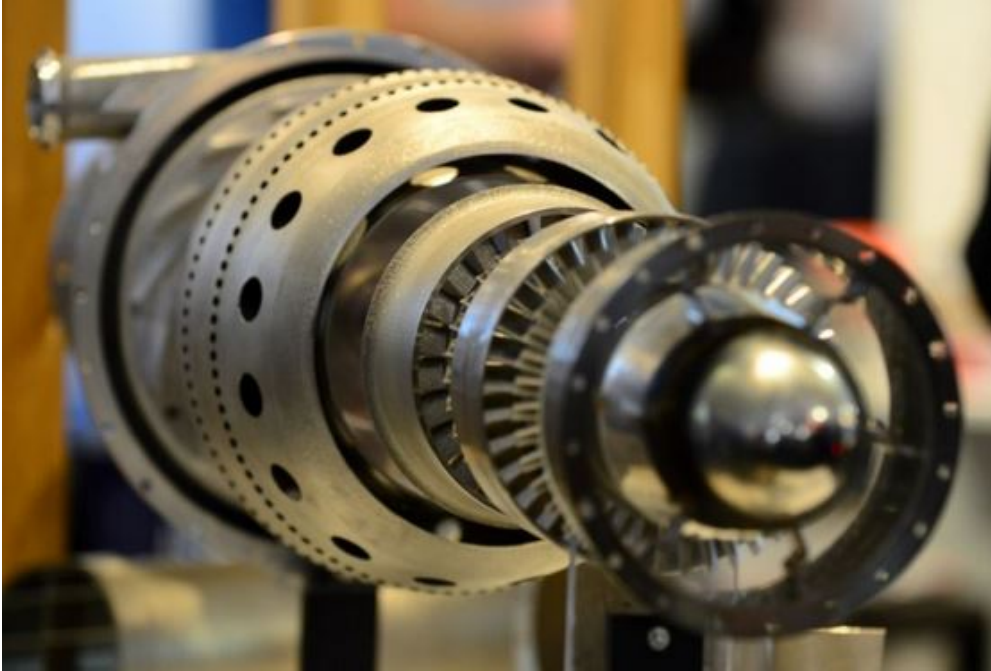
GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ 3B YAZICILAR

Çin'de bir şirket , dev 3B yazıcıları kullanarak atık malzemelerden oluşan ve hızlı kuruyan beton karışımını kullanarak, 24 saat içinde 10 müstakil ev inşa etti.



GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ 3B YAZICILAR

Dünyanın ilk üç boyutlu baskı teknolojisiyle üretilmiş jet motorunu, Avustralya Uluslararası Havacılık Fuarı (Airshow) 2015'te sergilendi.



Kişiye özel yemek tasarımlarından tutun da bu konuda giderek ilginçleşen tasarımlar ön plana çıkmaya başlayacak.

NASA da pek yakında bu teknolojiyi uzay istasyonlarında, astronotların kendi yiyeceklerini hazırlayabilmesi için kullanmaya başlayacak.

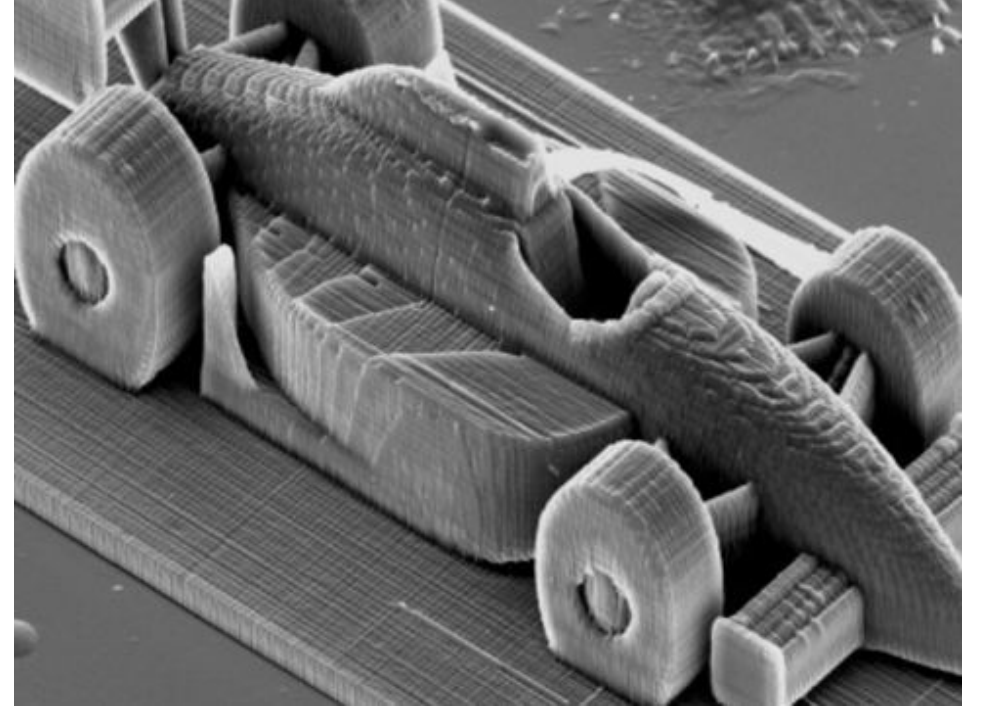


GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ 3B YAZICILAR



Tarayıcılar sayesinde ciltteki yarayı analiz edilip, 3B yazıcıdan hasar gören deriyi kaplayacak suni bir deri oluşturma çalışmaları yapılıyor.

Yakın gelecekte savaş alanında yaralanan askerlerin tedavileri için kullanılabileceği ümidini taşıyor.



İnsan gözüyle görmenin mümkün olmadığı bir yarış arabası üç boyutlu yazıcılarla üretilmiştir.



GELECEĞİN TEKNOLOJİSİ 3B YAZICILAR



3B Yazıcılar Mirarlık ve Yapı Sektöründe Kritik Rol Üstlenecek

Kaliforniyalı bir mimarlık firması tarafından 3B yazıcıların limitlerini zorlayan bir çalışma yapıldı ve ortaya **depreme karşı koyabilen taşıyıcı kolonlar** çıkarıldı.



TÜRKİYE'DE 3B YAZICI SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR

İstanbul'da Faaliyet Gösteren firmalar



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı satışı
- 3B Yazıcı ile imalat



As Makina Model

- 3B Tarama
- Tersine Mühendislik
- Medikal model, implant, protez tasarım ve imalatı
- 3B Yazıcı ile imalat



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile imalat
- Tersine Mühendislik



- Medikal model, implant protez tasarım ve imalatı



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile imalat
- Medikal model, implant, protez tasarım ve imalatı



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile imalat
- Tersine Mühendislik



- 3B Tarama
- Tersine Mühendislik



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile imalat
- Tersine Mühendislik



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı satışı
- 3B Yazıcı ile imalat



TÜRKİYE'DE 3B YAZICI SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR

İstanbul'da Faaliyet Gösteren firmalar



Smart Danışmanlık

- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine Mühendislik



3Dörtgen

- 3B Tarama
- 3B Yazıcı satışı
- 3B Yazıcı ile baskı



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı satışı
- 3B Yazıcı ile baskı



- 3B Yazıcı satışı
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine mühendislik



3D CAD/CAM

- 3B Tarama
- 3B Yazıcı satışı
- 3B Yazıcı ile baskı
- Medikal model, implant, protez tasarım ve imalatı



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine mühendislik



TÜRKİYE'DE 3B YAZICI SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR

İstanbul'da Faaliyet Gösteren firmalar



- 3B Optik Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- 3B Yazıcı satışı
- Tersine mühendislik



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine mühendislik



Dinçer Mühendislik

- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine mühendislik



- 3B Yazıcı ile baskı



- 3B Yazıcı ile baskı



TÜRKİYE'DE 3B YAZICI SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR

Ankara'da Faaliyet Gösteren firmalar

ARTES ROBOTİK

- 3B Yazı ile baskı



HTG Teknoloji

- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine Mühendislik



- 3B Yazıcı ile baskı



Periyot Mühendislik Ltd. Şti.

- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Medikal model, implant, protez tasarım ve imalatı



CAD-GETPART

- 3B Yazıcı ile baskı



Tolga Plastik San. ve Tic. Ltd. Şti.

- 3B Yazıcı ile baskı



TÜRKİYE'DE 3B YAZICI SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR

Bursa ve İzmir'de Faaliyet Gösteren firmalar



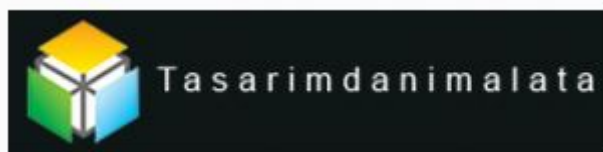
- 3B Yazıcı ile baskı
- 3B Yazıcı satışı (BURSA)



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Medikal model, implant, protez tasarım ve imalatı
- Acil yedek parça



- 3B Yazıcı ile baskı



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- 3B Yazıcı satışı



- 3B Yazıcı ile baskı



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine mühendislik
- Medikal model, implant, protez tasarım ve imalatı



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine Mühendislik



TÜRKİYE'DE 3B YAZICI SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALAR

Kocaeli, Kayseri, Manisa ve Sakarya'da Faaliyet Gösteren firmalar



- 3B Yazıcı ile baskı
- Medikal model, implant, protez tasarım ve imalatı



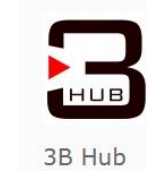
- 3B Yazıcı ile baskı
- Medikal model, implant, protez tasarım ve imalatı



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- 3B Yazıcı satışı
- 3B Tarama cihazı satışı
- Tersine Mühendislik



- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine Mühendislik



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- 3B Yazıcı satışı
- Tersine Mühendislik SAKARYA



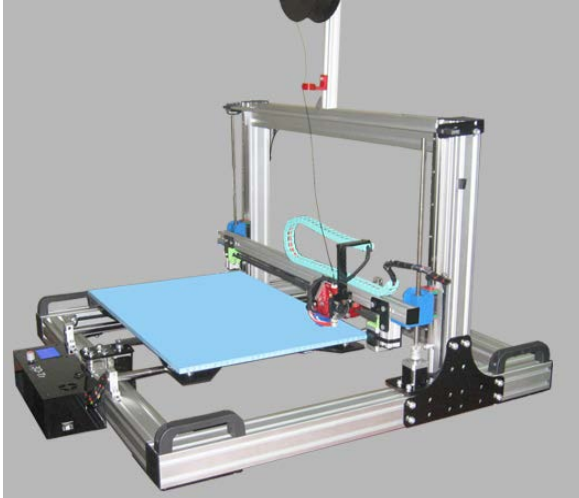
- 3B Yazıcı ile baskı
- MANİSA



- 3B Tarama
- 3B Yazıcı ile baskı
- Tersine Mühendislik KAYSERİ



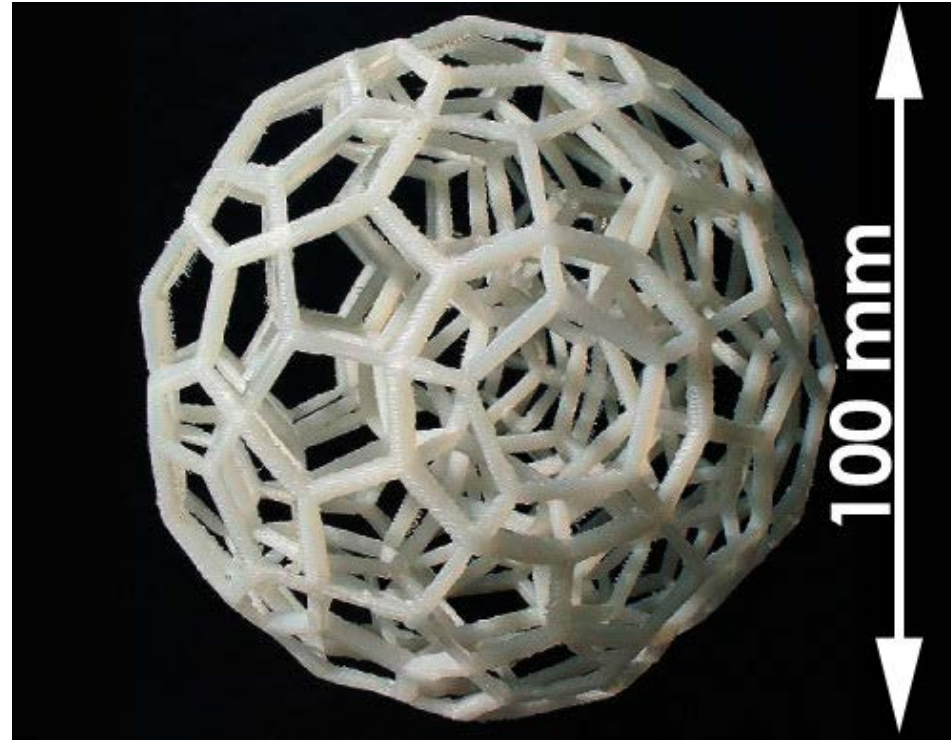
YERLİ MALI



3D-TÜRK
PRINTERS

**Üçevler Mah. Güven ay
Sokak No : 3 Nilüfer
Ticaret Merkezi
Nilüfer / Bursa**

**Tunalı Hilmi Cad.
Bestekar Sok. No 61 A
Blok Zemin Kat No
:10 Çankaya /
ANKARA**



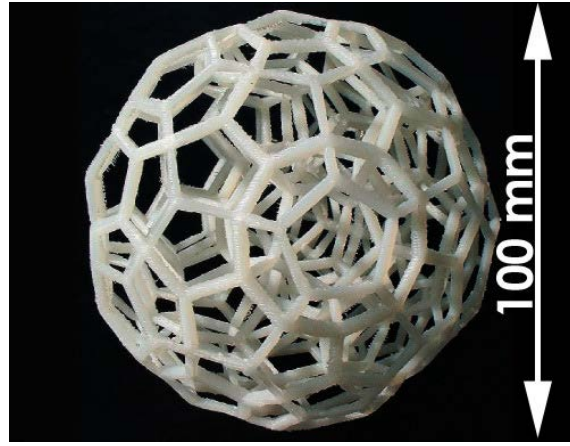
Soru-1) Modelciniz bu parçayı ne kadar zamanda üretebilir?

Soru-2) Modelciniz bu parçayı kaç liraya üretebilir?

Soru-3) Hızlı prototipleme ile bu parça ne kadar zamanda üretilebilir?

Soru-4) Hızlı prototipleme ile bu parça kaç liraya üretilebilir?





1-Modelciniz belki aylar içinde belki de hiçbir zaman bu parçayı üretemez.

2-Modelciniz bu parçayı binlerce TL' ye üretecektir.

3-Hızlı prototipleme ile bu parça 1-2 gün içerisinde üretilebilir.

4-Hızlı prototipleme ile bu parça 250-500 TL arasında bir fiyata üretilebilir.

