

# Hızlı Prototipleme Yöntemlerinin ve Kullanım Alanlarının İncelenmesi

*Emre ESENER, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Üniversitesi,  
BİLECİK, [emre.esener@bilecik.edu.tr](mailto:emre.esener@bilecik.edu.tr)*

*Birol AKYÜZ, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Üniversitesi,  
BİLECİK, [birol.akyuz@bilecik.edu.tr](mailto:birol.akyuz@bilecik.edu.tr)*

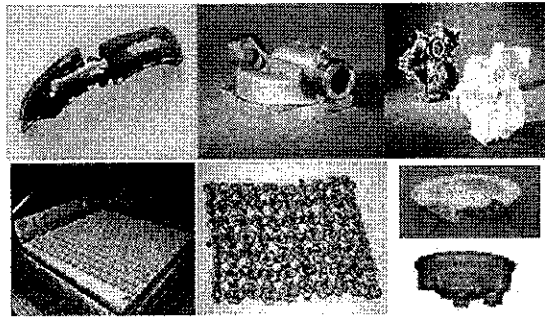
*Oğuzhan DEMİR, Makine ve İmalat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Üniversitesi,  
BİLECİK, [oguzhan.demir@bilecik.edu.tr](mailto:oguzhan.demir@bilecik.edu.tr)*

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte tasarımı ve imalatı yapılan parçalar da giderek daha karmaşık bir geometriye sahip olmaktadır. Rekabet sebebiyle bu karmaşık geometrileri hızlı ve ucuz bir şekilde üretmek gerekmektedir. Bu ihtiyaçlardan ötürü birçok yeni imalat yöntemi geliştirilmektedir. Bu yöntemlerden birisi de hızlı prototiplemedir. Hızlı prototipleme yöntemi son zamanlarda birçok alanda kullanılmaktadır. Mühendislik, medikal, mimari, kuyumculuk, eğitim ve sanat olmak üzere birçok kullanım alanı mevcuttur. Hızlı prototipleme yöntemiyle birlikte karmaşık geometriler kolaylıkla üretilebilmektedirler. Bu çalışmada hızlı prototipleme yönteminin gelişimi, yöntemin çalışma prensipleri, günümüzdeki kullanım alanları ve yöntemin gelecekteki yeri incelenerek bir derleme oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Hızlı prototipleme, imalat yöntemleri, oto inşa*

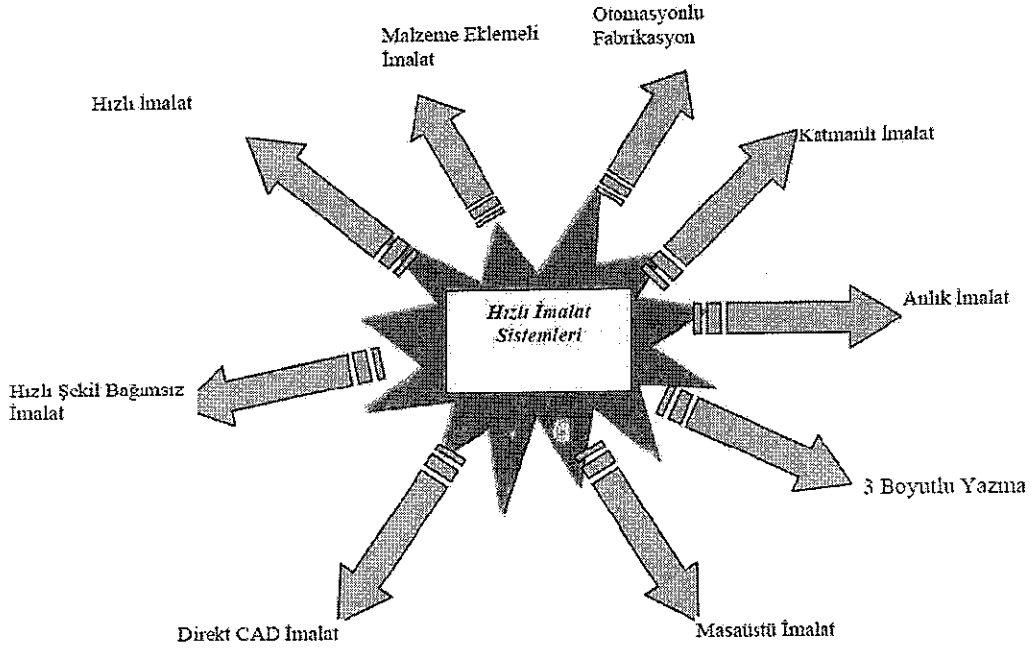
## 1. Giriş

Günümüz üretim sektöründe ürünün imalat hızının artırılması firma rekabetleri açısından önemli bir ölçüttür. Ayrıca üretimden sonraki teknik destek, bakım ve onarım rekabetteki diğer belirleyici unsurlardır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte firmalar arası rekabet de buna paralel olarak daha zor bir hale gelmektedir. Araştırma-Geliştirme (AR-GE) ve Ürün Geliştirme (ÜR-GE) departmanları firmaların içindeki yerlerini almaktadırlar. Günümüzde bu departmanlarda yapılan çalışmalarla firmalar pazar paylarını elde etmektedirler. Son yıllarda gelişimini sürdüren hızlı prototipleme yöntemi yapılan çalışmalarda yerini almıştır. Bilgisayar destekli tasarımdan (Computer Aided Drawing, CAD) direkt imalat yapabilme kabiliyeti bu yöntemi öne çıkartan başlıca özelliğidir. Hızlı Prototipleme çalışmaları artık üretimin her aşamasında hızla yer alarak 90'lı yıllarda seçici lazer sinterlemesi SLS ve seçici lazer ergitme sistemleri gelişerek metal tozlarından direkt parça imalatına geçilmiştir. Bu bağlam içindeki teknolojiler önce prototip, daha sonra pilot parti üretiminde kullanıldıktan sonra; ürünü pazara daha da hızlı sokmak üzere, ağır üretim teçhizatının devreye alınmasına kadar seri üretimde de başarı ile kullanılmaktadır. Bu teknoloji Serbest Şekil Fabrikasyon, (Free Form Fabrication, FFF), hızlı prototip teknolojileri, katmanlı üretim (Laminated Object Manufacturing, LOM) gibi ifadelerle de tanımlanmaktadır [1]. Hızlı prototipleme yöntemiyle karmaşık geometriler daha kolaylıkla üretilebilirler. Hızlı prototipleme yöntemleri ile üretilmiş örnek parçalar Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil-1:** *Hızlı prototipleme yöntemleriyle üretilmiş örnek parçalar [2].*

Hızlı prototipleme sistemlerinin üretimde kullanılan farklı terimleri Şekil 2’de verilmiştir.



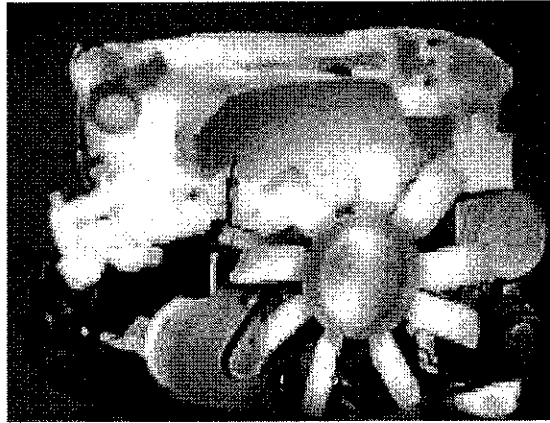
Şekil-2: Hızlı İmalat sistemlerinin Terminolojisi [1].

Bu çalışmada hızlı prototiplerin kullanım alanlarının yanı sıra stereolitografi (StereoLitography Apparatus, SLA), eritilmiş malzeme yığıma (Fused Deposition Modelling, FDM), tabakalı cisim imalatı (Laminated Object Manufacturing, LOM), seçici lazer sintirleme (Selective Laser Sintering, SLS) ve mikro hızlı prototipleme sistemi yöntemleri incelenmiştir.

## 2. Hızlı Prototipleme Yöntemleri ve Kullanım Alanları

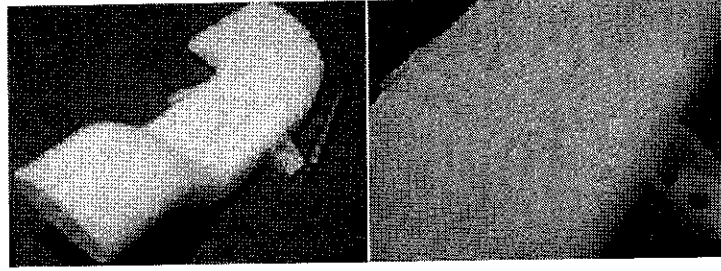
Hızlı prototipleme yöntemleri imalat hızı, maliyet, tasarımdan direk olarak üretime geçiş gibi birçok avantajlarından dolayı geniş bir kullanım alanına sahiptirler.

Yeni ürün geliştirme kapsamında, bir tasarım fikrini geliştirmek ve ortaya çıkabilecek tasarım hatalarını minimize edebilmek için ürüne ait modelin hızlı bir şekilde imalatı söz konusu olmaktadır. Tasarım sonrası gerçekleştirilen bu modellemeye Kavramsal Modelleme (conceptual modeling) veya Konsept Modelleme (concept modeling) denilmektedir [3]. Kavramsal modelleme uygulamalarında hızlı prototipleme yöntemleri diğer imalat yöntemlerine göre daha avantajlı bir konumdadırlar. Şekil 3’de kavramsal modellemeye örnek bir uygulama görülmektedir.



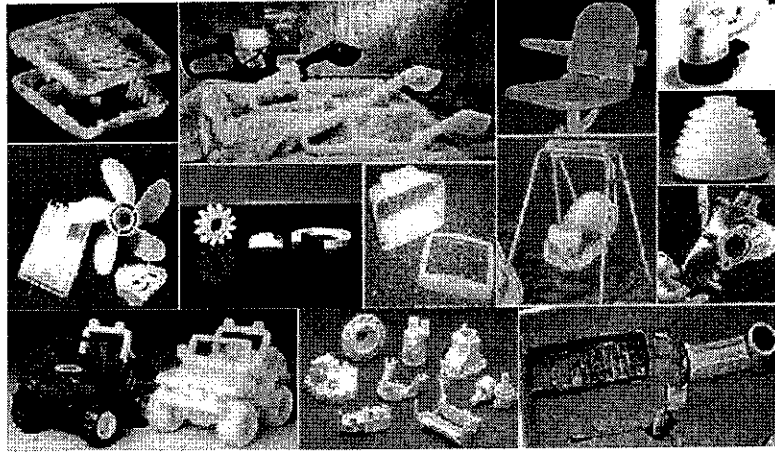
Şekil-3: Hızlı prototipleme yöntemleriyle üretilmiş kavramsal modellemeye örnek bir uygulama (Motor modeli) [3].

Kavramsal modelleme haricinde hızlı prototipleme yöntemleri doğrudan imalat uygulamalarında da kullanılmaktadırlar. Doğrudan imalat uygulamalarında hızlı prototipleme yöntemleri diğer yöntemlere göre daha yavaş kalmaktadırlar. Bu sebeple genellikle az sayıda parça üretimleri hızlı prototipleme yöntemleri ile yapılmaktadır. Boeing Firması 2002 yılında az sayıda gereken bazı parçaları SLS (3D Systems/ Vanguard) teknolojisi ile plastik tozlarından inşa ettikten sonra doğrudan uçaklarda kullanmaya başlamıştır. Boeing firması, bu hedefe yönelik olarak Haziran 2002'de ODM (On Demand Manufacturing) isimli, talep üzerine çabuk imalat yapabilecek özel bir birim de kurmuştur. Boeing bu çalışmaya öncelikle askeri uçakların havalandırma parçalarından başlamış, zamanla daha kritik parçaları da HPÜ teknolojisi ile doğrudan üretmeyi hedeflemiştir. Böylece metal kalıpla imalata kıyasla daha kısa sürede ve daha düşük maliyetle üretim gerçekleştirilmektedir [3]. Şekil 4'te hızlı prototipleme yöntemleriyle doğrudan imal edilmiş bir havalandırma kanalı parçası görülmektedir.

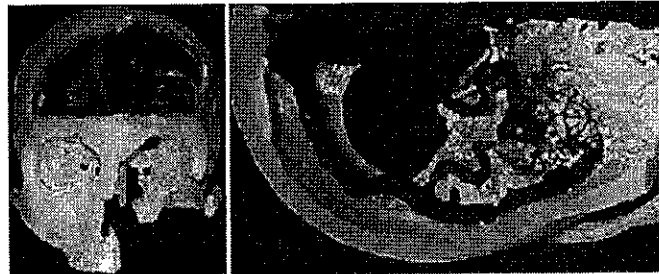


*Şekil-4: Hızlı prototipleme yöntemleriyle doğrudan imal edilmiş bir havalandırma kanalı parçası [3].*

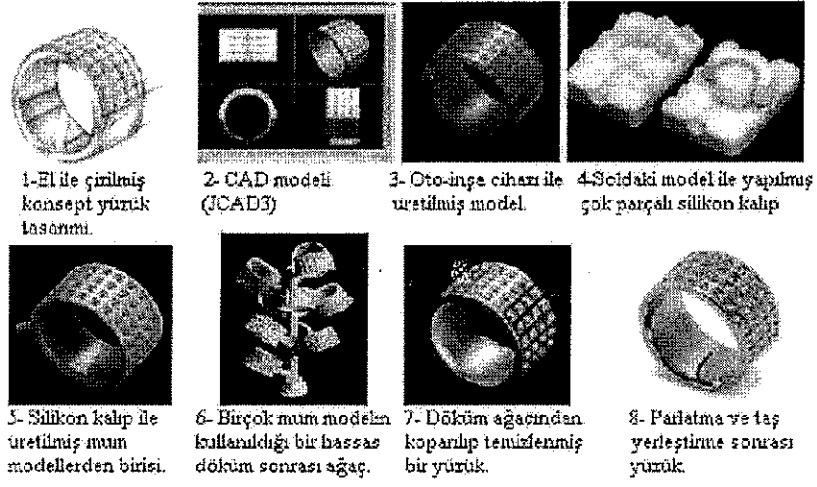
Hızlı prototipleme yöntemleri birçok uygulama alanında yer bulmaktadırlar. Fonksiyonel uygulamalar, medikal uygulamalar, kuyumculuk sektöründeki uygulamalar, sanat alanı uygulamaları ve mimari uygulamalarda hızlı prototipleme yöntemlerinin kullanım sahası gün geçtikçe genişlemektedir. Şekil 5-9'da hızlı prototipleme yöntemlerinin kullanım alanlarına örnekler görülmektedir.



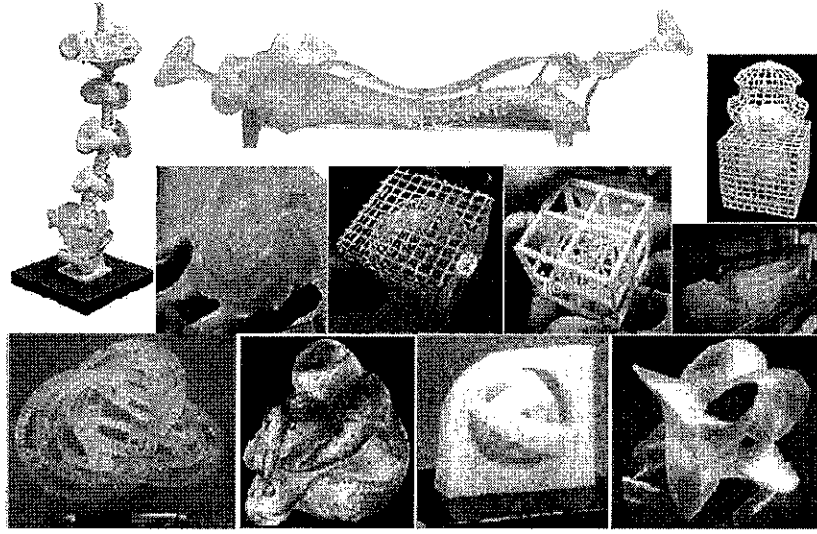
*Şekil-5: Hızlı prototipleme yöntemlerinin fonksiyonel uygulamalarına örnekler [4].*



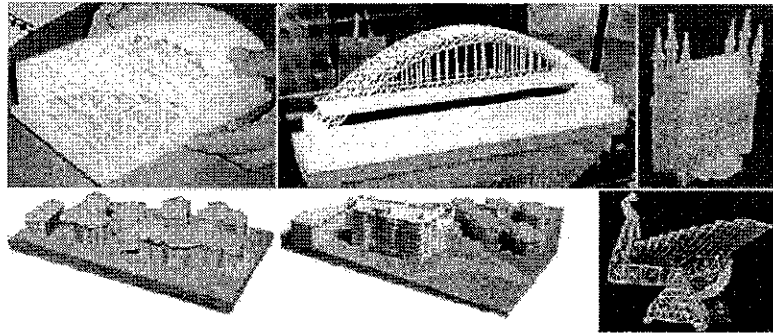
*Şekil-6: Hızlı prototipleme yöntemleriyle gerçekleştirilmiş medikal uygulamalar [4].*



Şekil-7: Hızlı prototipleme yöntemlerinin kuyumculuk alanındaki bir uygulama örneği [4].

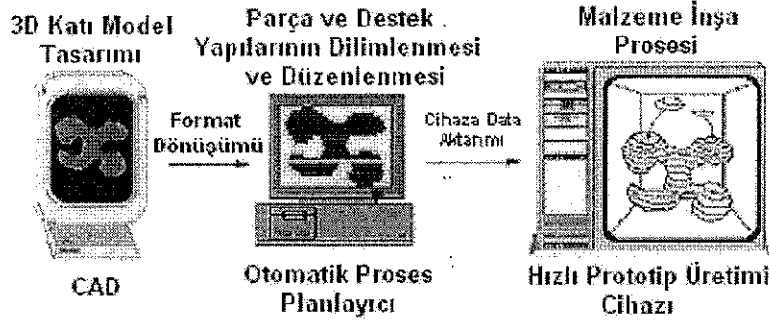


Şekil-8: Hızlı prototipleme yöntemlerinin sanat alanında uygulama örnekleri [4].



Şekil-9: Hızlı prototipleme yöntemlerinin mimari alanlardaki bir uygulama örnekleri[4].

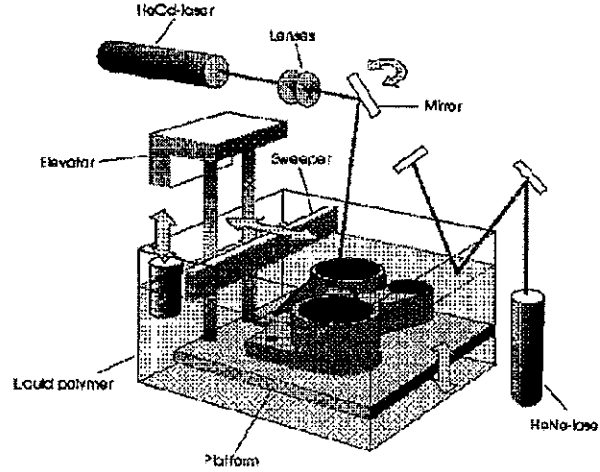
Şekil 10'da ise hızlı prototipleme yöntemlerinin genel aşamaları görülmektedir.



Şekil-10: Hızlı İmalat sistemlerinin genel aşamaları [4]

## 2.1. Stereolitografi (SLA)

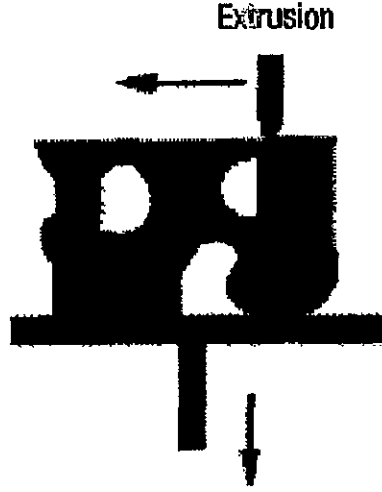
Bu yöntemde asansör, sıvı yüzeyinden alt tabaka kalınlığı kadar bir uzaklıkta yerleştirilmiştir. Lazer dilim kısımlarını izleyerek tarayacaktır ve iç kısımlar bu tarama örnekleri kullanılarak taranacaktır. Kullanılan sıvı polimer, morötesi ışığa maruz kaldığında katılaştıran bir foto polimer malzemedir. Bir tabakanın katılaştırılması bittikten sonra, platformun bir tabaka kalınlığı kadar aşağı inmesiyle diğer tabakalar da bu şekilde katılaştırılır. İşlem bitiminden sonra parça sıvı haznesinden alınarak iç bölgelerde bulunan sıvı haldeki kısımların da katılaşması için özel bir fırına konur. Parçanın sıvı ortamda üretilmesinden dolayı iç bölgelerde kalan sıvı kısımlar için destek elemanları gerekmektedir. Destek elemanları henüz katılaşmamış bölgelerin akarak parça yapısını bozmasını engeller. Bu elemanlar sayesinde parça, işlem bittikten sonra zarar görmeden platformdan alınabilmektedir[5]. Şekil 11'de stereolitografi cihazı şematik olarak görülmektedir.



Şekil-11: Stereolitografi(SLA) makinesi [6].

## 2.2. Eritilmiş Malzeme Yığılma (FDM)

Bu yöntemde termoplastik malzeme lifleri eritilerek oluşan tabakanın soğutulup bir önceki tabakaya ile yapıştırılarak birleştirilmesiyle imalat gerçekleştirilir. Bir ruloya sarılmış plastik lif halindeki tabaka malzemesi, ısıtılmış FDM kafasına doğru beslenir. Ekstrüzyon memesi, BDT dosyasından edindiği parça ile ilgili bilgilere göre tabakaları üst üste oluşturmaya başlar. İşlem parça bitinceye kadar devam eder. Rulolara sarılı termoplastik malzeme lifi yaklaşık 1.78 mm çapındadır. FDM işleminde termoplastik malzeme katılma noktasının biraz üzerindeki bir sıcaklıktadır. Bu sıcaklık ve ekstrüzyon memesine malzemenin pompalanması kontrol edilir. Her tabaka bir önceki tabaka ile eritilmek suretiyle yapıştırılır. Plastik liflerin beslenme hızları monitörden izlenebilmektedir. Herhangi bir verilen zamandaki ekstrüzyon edilmiş malzeme miktarı kontrol edilir [5]. Şekil 12'de FDM prosesinin şematik gösterimi görülmektedir.



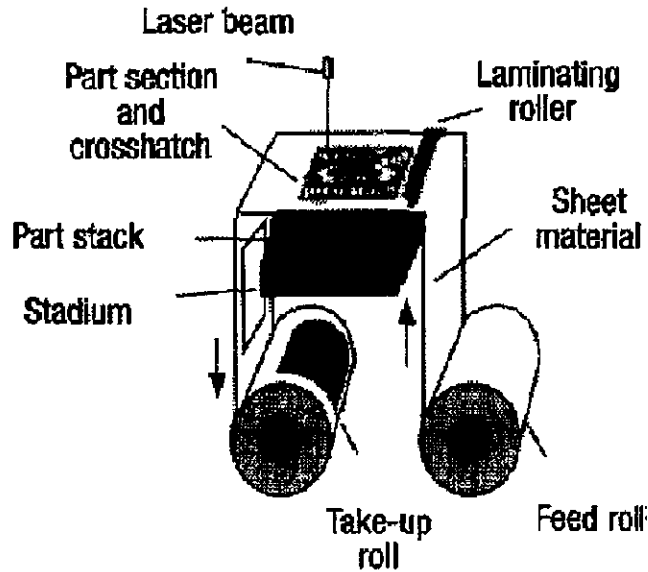
Şekil-12: Ertilmiş Malzeme Yığıma Prosesi(FDM) [7].

Bu yöntemde CAD çizimi FDM cihazına aktarılır ve gereken düzenlemeler yapılır. Tabaka kalınlıkları belirlenerek üretilecek parça görüntüsü dilimlere ayrılır ve parça imalatı gerçekleştirilir.

Bu yöntemde modeller hızlı bir şekilde hazırlanabilir. Yöntem güvenli ve her ortamda kolaylıkla imalat yapılabilecek şekildedir. Son ısıtmaya ihtiyaç duyulmamaktadır ve malzeme seçimi yapmak mümkündür.

### 2.3 Tabakalı Cisim İmalatı (LOM)

Bu yöntemde, tabakaları kesme ve bunları yapıştırma prensibi uygulanır. Her tabaka, yüzeyi altındaki bir yapıştırıcının silindiri tarafından ısıtılarak basılması suretiyle bir önceki tabakaya yapıştırılır. Tabaka takip eden dilim hatlarında bir lazer tarafından kesilir. Parçanın yapılması ile ortaya çıkan fazla malzemelerin ayrılması için, sıvı temelli işlemlerin (SLA işlemi) tersini yapar, iç kısımlar taranır. Tabakanın kalınlığı sabit değildir. Bir sezgi elemanı ile gerçek tabaka kalınlığı ölçülür ve model buna göre dilimlenir[5]. Şekil 13'de LOM prosesinin şematik gösterimi görülmektedir.

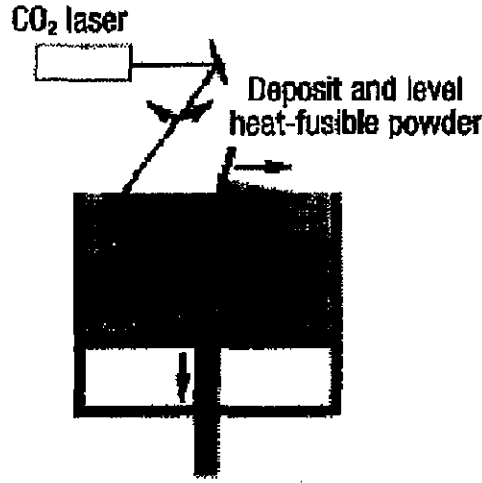


Şekil-13: Tabakalı Cisim İmalatı(LOM) [7].

Tabakalı cisim imalatı sistemlerinde tabakaların yapıştırılması ısıtıcı silindirin bu tabakalar üzerinden geçerek, sıkıştırma ve ısıtma işlemlerini uygulamasıyla gerçekleşir. Yapışan tabakalar lazer ışını ile profile uygun olarak kesilir. Kesilen tabaka yukarı doğru itilerek bir sonraki tabaka işlemine hazır hale gelir. Bu işlemler ürün geometrisi tamamlanana kadar devam eder.

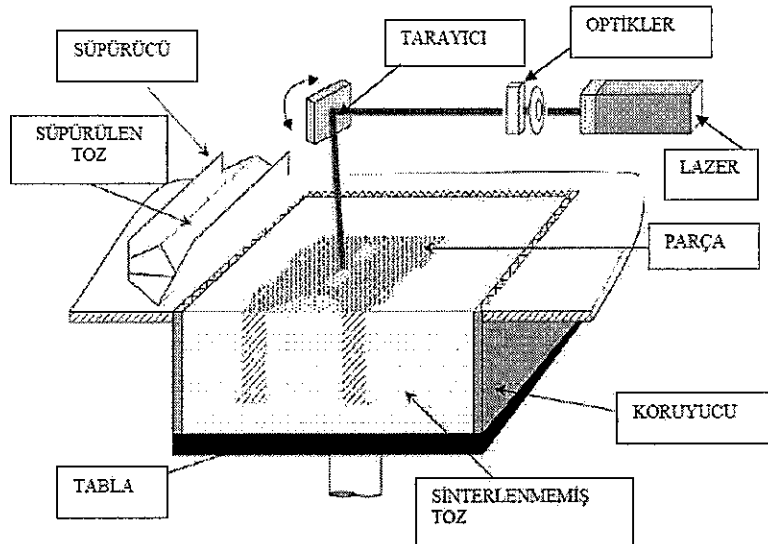
#### 2.4. Seçici Lazer Sinterleme (SLS)

Bu yöntemde, toz haline getirilmiş termoplastik malzeme bir lazer ışını ile eritilerek üç boyutlu parçalar oluşturulur. SLS için naylon, cam dolgulu naylon, elastomerler, polikarbonatlar, seramik malzemeler, çelik, kalay gibi çok çeşitli malzemeler kullanılabilir. Malzeme, her model katmanı için aşağı doğru hareket eden üretim tablasının üstüne yerleştirilir. Karbondioksit lazeri daha sonra malzemeyi erime noktasına kadar ısıtır, böylece tabakanın altına yapışarak katman üretilmiş olur. Tüm proses atmosfer ile istenmeyen etkileşimi azaltmak için nitrojen gibi inert gaz ile dolu olan, malzemenin erime sıcaklığına yakın bir yanma odasında gerçekleşir, bu yüzden lazer, yapışmayı garantilemek için çok küçük bir sıcaklık yükselişini sağlamalı. Bu nesnelerin imalat prosesinin gerçekleşmesini çok daha hızlı sağlar[8]. Şekil 14’de seçici lazer sinterleme yönteminin şematik gösterimi görülmektedir.



Şekil-14: Seçici Lazer Sinterleme Yöntemi(SLS) [7].

Seçici lazer sinterleme cihazının elemanları Şekil 15’de görülmektedir.

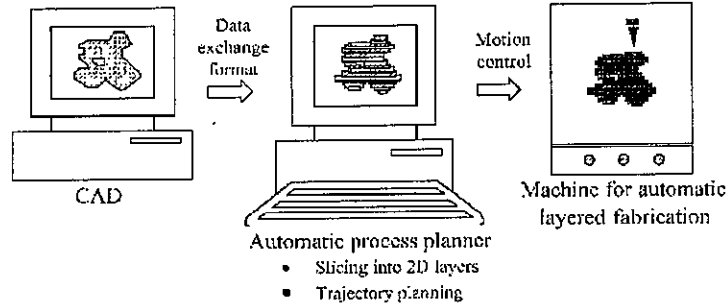


Şekil-15: Seçici Lazer Sinterleme Cihazının Elemanları [1].

Diğer hızlı prototipleme prosesleriyle karşılaştırıldığında SLS'nin avantajları, ucuz kullanım ve mumlardan metale dönüşen güvenli malzemelerdir. Ayrıca nesne ile birlikte yapılacak bir destek istemez; sinterlenmemiş malzeme proses boyunca tekrar kullanılabilen bir destek olarak görev yapmaktadırlar[8].

## 2.5. Mikro Hızlı Prototipleme Sistemi

Silikonlu mikro-elektro-mekanik sistem (Micro ElectroMechanical Systems, MEMS) teknikleri; mikro sensörlerin, eyleyici ve bileşenlerin üretimi için oldukça popülerdir. MEMS teknikleri çoklu basmaklarla 2 boyutlu işlemlerdir ve karmaşık süreçler gerektirir. Bu tekniklerle sadece sınırlı sayıda materyaller işlenebilir. 2 boyutlu süreçlerle, istenilen bir şeklin ekteki hacmini ve mikro montaj kullanmayan bir bileşen üretmek imkânsız olmasa da çok zordur. Ayrıca MEMS'in performans kadar, güvenilirliğini de arttıran bütünleşmiş mikro sistemlerin kullanımı dolayısıyla, daha fazla dikkat gerektirir. Güvenilir mekanik özellikleri olan bileşenlere sahip olmak; emniyet açısından ve bu karmaşık MEMS'lerin işleyebilmesi için kritiktir. MEMS'ler sadece 3 boyutlu (3D) oluşturulmamalıdır. Alaşımları, polimerleri, seramikleri ve heterojen materyalleri içeren geniş bir malzeme seçeneği kullanılmalıdır. Yüksek en-boy oranlı mikro bileşenler, karmaşık geometriler ve karmaşık mikro yapılar birçok uygulamada önemlidir ve yeni nesil işlevselliği ve performansı verebilir. Bununla birlikte; işlevsel ve geometrik olarak karmaşık heterojen mikro yapıların üretimi için gerekli etkin mikro imalat tekniklerini başarıyla elde etmek için, birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. MEMS'in geliştirilmesine eş zamanlı olarak; birikimli ürün yaratımı için, katı bağımsız biçim üretimi (Solid Freeform Fabrication, SFF) son on yılda popüler bir imalat tekniği olarak doğmuştur[9]. Şekil 16'da genel sistem şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil-16: Katı Serbest Şekil İmalat (SFF) Prosesi [9].

## 3. SONUÇ

Hızlı prototipleme yöntemlerinin kullanımının yakın gelecekte artacağı görülmektedir. Özellikle karmaşık geometrilerin kolayca üretilmesi ve CAD tasarımından direkt olarak üretim yapılabilmesi hızlı prototipleme yöntemlerini daha da cazip hale getirecektir. Bu konularda Ar-Ge çalışmalarına hız verilmeli, üniversitelerin bünyesinde yapılan çalışmalar sanayi örnekleri ile ortak yürütülmelidir. Böylelikle hızlı prototipleme yöntemleri geliştirilerek daha hızlı ve daha düşük maliyette üretim imkânları sağlanabilir.

## REFERANSLAR

- [1] B.M. WIENEKE, TOUTAOUI, H.W. GERBER "Rapid Prototyping Technology-New Potentials for Offshore and Abyssal Engineering", Jsc, 314, (2004).
- [2] K.DELİKANLI, M.M. SOFU, U. BEKÇİ, "Üretim Sektöründe Hızlı Direkt İmalat Sistemlerinin Yeri Ve Önemi", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 33-39, (2005).
- [3] B.ÖZÜĞÜR, "Hızlı Prototipleme Teknikleri ile Kompleks Yapıdaki Parçaların Üretilirliklerinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 43-68, (2006).
- [4] İnternet, E. NEĞİŞ, "İmalatta Mükemmelle Doğru; Oto-İnşa Teknolojileri", <http://www.turkcadcam.net/rapor/otoinsa/index.html>, (2005).
- [5] M. ERTEN, L. YAĞMUR, "Hızlı Prototip Üretim Teknolojileri", makine ve metal, 1997, no.67, 76-97, (1997).

- [6] K.TONG, E. AMİNE LEHTİHET, S. JOSHI, "Software compensation of rapid prototyping machines", Precision Engineering, 280-292, (2004) .
- [7] F. XU, Y.S. WONG, H.T. LOH, "Toward Generic Models for Comparative Evaluation and Process Selection in Rapid Prototyping and Manufacturing", Journal of Manufacturing Systems, vol.19/no.5, (2000).
- [8] I. PAHOLE, I. DRSTVENSEK, M. FİCKO, J. BALİC "Rapid prototyping processes give new possibilities to numerical copying techniques", Journal of Materials Processing Technology, 1416-1422, (2005).
- [9] G.DOĞAN, "Mikro ve Nano Hızlı Prototipleme", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 79-81, (2007).

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK - MİMARLIK FAKÜLTESİ

BİLDİRİLER KİTABI

3. MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ SEMPOZYUMU

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ, ANKARA, 29-30 NİSAN 2010

Yayına Hazırlayanlar

Yrd. Doç. Dr. Abdül Kadir GÖRÜR

Öğr. Gör. Roya CHOUPANI

ANKARA 2010

ISBN: 978-975-6734-04-9

Çankaya Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Yayınları No: 1

Copyright © Çankaya Üniversitesi Nisan 2010

ISBN: 978-975-6734-04-9

Her Hakkı Saklıdır. Bildirilerdeki fikir ve görüşler yazar(lar)a aittir. Kaynak gösterilmeden kullanılamaz. Çankaya Üniversitesi'nin izni olmadan çoğaltılamaz ve dağıtılamaz.

Çankaya Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi

Öğretmenler Cd. No:14 100. Yıl 06530 Balgat / Ankara / Türkiye

Telefon: +90-312-2844500 / 188 - 189 Faks: +90-312-2848043

E-Posta: mmf@cankaya.edu.tr

Baskı:

Turuncu Digital Baskı Pano Tanıtım Sist. Reklamcılık Matbaacılık Tic. Ltd. Şti.  
Konya Yolu Üzeri (Akman Condominium) No:84 / 217 Balgat-Çankaya/ANKARA

Tel : 0312 285 70 20

Faks : 0312285 90 92

Web : www.turuncudigital.com

e-mail : info@turuncudigital.com

Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumu (3. : 2010 : Ankara, Turkey)  
3. Mühendislik ve teknoloji sempozyumu, 29-30 Nisan 2010 : bildiriler kitabı / yayına hazırlayanlar Abdül Kadir Görür, Roya Choupani.--  
Ankara : Çankaya Üniversitesi, 2010.  
p. ; cm. – (Çankaya Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi yayınları no ; 1)  
ISBN 978-975-6734-04-9

1. Engineering—Congresses. 2. Technology—Congresses. 3. Industrial project management. I. Görür, Abdül Kadir,ed. II.Choupani, Roya,ed.  
T65 M44 2010

Çankaya Üniversitesi Kütüphanesi

## **KURULLAR ve KOMİTELER**

### **ONUR KOMİTESİ**

Sıtkı ALP, Çankaya Üniversitesi Mütevelli Heyet Başkanı  
Prof. Dr. Ziya Burhanettin GÜVENÇ, Çankaya Üniversitesi Rektörü

### **ORGANİZASYON KOMİTESİ**

Prof. Dr. Ziya Burhanettin GÜVENÇ, Çankaya Üniversitesi Rektörü  
Prof. Dr. Yahya Kemal BAYKAL, Çankaya Üniversitesi Rektör Yardımcısı  
Prof. Dr. Taner ALTUNOK, Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü  
Prof. Dr. Levent KANDİLLER, Çankaya Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanı  
Doç. Dr. Yusuf Z. UMUL, Çankaya Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Müh. Öğretim Üyesi  
Yrd. Doç. Dr. Abdül Kadir GÖRÜR, Çankaya Üniversitesi Bilgisayar Müh. Bölümü Öğretim Üyesi  
Öğr. Gör. Roya Choupani, Çankaya Üniversitesi Bilgisayar Müh. Bölümü Öğretim Görevlisi  
Uzm. Adnan AKBOYRAZ, Çankaya Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Müh. Bölümü

### **KOORDİNATÖRLER**

Yrd. Doç. Dr. Abdül Kadir GÖRÜR ve Öğr. Gör. Roya CHOUPANI

### **DEĞERLENDİRME KOMİTESİ**

Prof. Dr. Taner ALTUNOK, Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü  
Prof. Dr. Levent KANDİLLER, Çankaya Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanı  
Prof. Dr. Mehmet R. TOLUN, Çankaya Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölüm Başkanı  
Prof. Dr. Yahya Kemal BAYKAL, Çankaya Üniversitesi Rektör Yardımcısı  
Doç. Dr. Yusuf Z. UMUL, Çankaya Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Müh. Öğretim Üyesi  
Yrd. Doç. Dr. Abdül Kadir GÖRÜR, Çankaya Üniversitesi Bilgisayar Müh. Bölümü Öğretim Üyesi  
Öğr. Gör. Roya Choupani, Çankaya Üniversitesi Bilgisayar Müh. Bölümü Öğretim Görevlisi

## DANIŞMA KURULU

- Prof. Dr. İbrahim Akduman, *ITU*  
Prof. Dr. Ramazan Aktaş, *TOBB ETÜ*  
Prof. Dr. Ayhan Altıntaş, *Bilkent Üniversitesi*  
Prof. Dr. Taner Altunok, *Çankaya Üniversitesi*  
Prof. Dr. Hamid R. Arabnia, *University of Georgia*  
Prof. Dr. Erdal Arıkan, *Bilkent Üniversitesi*  
Prof. Dr. Abdullah Atalar, *Bilkent Üniversitesi*  
Prof. Dr. Volkan Atalay, *ODTÜ*  
Prof. Dr. Şenol Başkaya, *Gazi Üniversitesi*  
Prof. Dr. Yahya K. Baykal, *Çankaya Üniversitesi*  
Prof. Dr. Alinur Büyükaksoy, *Gebze Yüksek Teknoloji Enst.*  
Prof. Dr. Halim Doğrusöz, *ODTÜ*  
Prof. Dr. Serpil Erol, *Gazi Üniversitesi*  
Prof. Dr. Müfit Gülgeç, *Gazi Üniversitesi*  
Prof. Dr. Ziya B. Güvenç, *Çankaya Üniversitesi*  
Prof. Dr. Levent Kandiller, *Çankaya Üniversitesi*  
Prof. Dr. A. Bülent Özgüler, *Bilkent Üniversitesi*  
Prof. Dr. Mehmet Şafak, *Hacettepe Üniversitesi*  
Prof. Dr. Yalçın Tanık, *ODTÜ*  
Prof. Dr. Mehmet Tolun, *Çankaya Üniversitesi*  
Prof. Dr. Yıldırım Üçtuğ, *Bahçeşehir Üniversitesi*  
Prof. Dr. Mustafa Yavuz, *Çankaya Üniversitesi*  
Prof. Dr. Erdem Yazgan, *Hacettepe Üniversitesi*  
Prof. Dr. Fetih Yıldırım, *Çankaya Üniversitesi*  
Prof. Dr. Ümit Yüceer, *Çankaya Üniversitesi*  
Doç. Dr. Serhat Çakır, *TÜBİTAK*  
Doç. Dr. Celal Z. Çil, *Çankaya Üniversitesi*  
Doç. Dr. Halil T. Eyyüboğlu, *Çankaya Üniversitesi*  
Doç. Dr. Veysi İşler, *ODTÜ*  
Doç. Dr. Ertuğrul Karaçuha, *Bilgi Tekn. ve İletişim Kurumu*  
Doç. Dr. Sibel Tari, *ODTÜ*  
Doç. Dr. Yusuf Z. Umul, *Çankaya Üniversitesi*  
Yrd. Doç. Dr. İbrahim Atılgan, *Gazi Üniversitesi*  
Yrd. Doç. Dr. Ferda C. Çetinkaya, *Çankaya Üniversitesi*  
Yrd. Doç. Dr. Reza Hassanpour, *Çankaya Üniversitesi*  
Yrd. Doç. Dr. Yiğit Kazançoğlu, *İzmir Ekonomi Üniversitesi*  
Yrd. Doç. Dr. Cem Nakiboğlu, *Gazi Üniversitesi*  
Yrd. Doç. Dr. Altan Özkil, *Atılım Üniversitesi*  
Yrd. Doç. Dr. Özgür Özpeynirci, *İzmir Ekonomi Üniversitesi*  
Yrd. Doç. Dr. Stephan Wong, *TuDelft University*  
Dr. Cengiz Erbaş, *ASELSAN*  
Mehmet Atalay, *Türk Telekom*  
Orhan Örucü, *TMMOB*  
Melih Şahin, *Makina Mühendisleri Odası*  
Kemal Ulusaler, *Elektrik Mühendisleri Odası*

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ



**Mühendislik ve Teknoloji**  
*Sempozyumu*  
29 - 30 Nisan 2010  
**Bildiriler Kitabı**



ISBN:978-975-6734-04-9



ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ

Mühendislik ve Teknoloji  
Sempozyumu  
29 - 30 Nisan 2010

## Katılım Belgesi

Sayın **Birol AKYÜZ**

29 - 30 Nisan 2010 Tarihlerinde gerçekleştirilen Üçüncü Mühendislik ve Teknoloji Sempozyumuna Hızlı Prototipleme Yöntemlerinin ve Kullanım Alanlarının İncelenmesi isimli bildiri ile katılımınız için teşekkür eder, başarılarınızın devamını dilerim.

Yrd. Doç. Dr. **Abdül Kadir GÖRÜR**  
Sempozyum Koordinatörü