



İSTANBUL'DA EKLEMELİ İMALAT EKOSİSTEMİ

2023
MEVCUT DURUM VE
BEKLENTİLER





**T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI**



RAPORUN KAPSAMI

On Birinci Kalkınma Planı, 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi ve 2014 - 2023 İstanbul Bölge Planında imalat sanayinin dijital dönüşümünün; üretkenliğin ve rekabet gücünün artırılması için kritik öneme sahip olduğu vurgulanmıştır. Aynı şekilde ulusal ve bölgesel raporlarda dijital dönüşüm için en acil ihtiyaç olarak teknolojik atılma işaret edilmiş, Türkiye'nin küresel rekabet gücünü artıracak ekonomik ve teknolojik bakımsızlığını temin edecek kritik teknolojilerde atılım sağlayacak politikalar, "Milli Teknoloji Hamlesi" yaklaşımı ile belirlenmiştir.

On Birinci Kalkınma Planında ve 2023 Sanayi ve Teknoloji Stratejisinde; yapay zekâ, nesnelerin interneti, artırılmış gerçeklik, büyük veri, siber güvenlik, blokzincir, bulut teknolojileri, enerji depolama, ileri malzeme, robotik, mikro/nano/opto-elektronik, nanoteknoloji, biyoteknoloji, kuantum, sensör teknolojileri ve eklemeli imalat teknolojileri Milli Teknoloji Hamlesi için belirlenen hedeflere ulaşılması için odaklanılması gereken kritik teknolojiler olarak tespit edilmiştir. Kritik teknolojiler ekonomik ve sosyal anlamda birbirinden farklı etkilere sahip dijitalleşme ve dijital dönüşüm alanında önemli bir araç olup, bu alanda nitelikli işgücü yetiştirilmesi, işletmelerin farkındalıklarının artırılması, teknoloji kullanımı-

nın yaygınlaştırılması, teknoloji geliştiricilerin ve ilgili girişimlerin desteklenmesi ve ilgili paydaşlar arasında etkin bir yönetim ile söz konusu alanlarda ihtiyaç duyulan müdahalelerin yapılması gerekmektedir. Bunun için öncelikle kritik teknolojilerin dünyada ve İstanbul'daki mevcut durumunun tespiti ve potansiyelin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu kapsamda kritik teknolojiler alanında bölgesel mevcut durum raporları hazırlanmakta olup ilgili teknolojinin tanımı, kullanım alanları, dünya genelinde mevcut durumu, İstanbul bölgesindeki yaygınlığı, bölgedeki talep, ilgili paydaşlar, gerçekleştirilen projeler, eğitim ve araştırma altyapıları tespit edilmiştir. Belirli periyotlar ile güncellenecek mevcut durum raporları ile rapor konusu teknoloji alanında İstanbul'un potansiyelini tespit etmek, politika yapıcılara veri sağlamak, ilgili tarafların farkındalıklarının artırılması sağlamak ve bu alanda çalışma yapacak kurum ve kuruluşlara yol göstermek hedeflenmiştir. Mevcut durum raporları, kritik teknoloji olarak belirlenmiş teknolojilerden birisi olan "eklemeli imalat teknolojileri" ile başlatılmış olup diğer kritik teknoloji başlıkları ile devam ettirilecek ve önümüzdeki dönemlerde yayımlanmaya devam edecektir.

EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ

Eklemeli İmalat	2
Metaller için Eklemeli İmalat Teknoloji Sınıflandırması	3
Polimerler için Eklemeli İmalat Teknoloji Sınıflandırması	4
Diğer Malzemeler için Eklemeli İmalat Teknoloji Sınıflandırması	5
Eklemeli İmalat Üretim Süreci ve Parametreleri	6
Eklemeli İmalat Teknolojisi Alt Disiplinleri	7
Eklemeli İmalat Teknoloji Bileşenleri	8
Eklemeli İmalatın Ticari Gelişimi	9
Eklemeli İmalatın Endüstri için Önemi	10
Eklemeli İmalat ve Geleneksel Hassas Döküm Proseslerinin Kıyaslanması	11
Eklemeli İmalatta Kullanılan Malzemeler	12
Eklemeli İmalatın Hizmet Ettiği Alanlar	13
Farklı Sektörler için Eklemeli İmalat ile Üretilen Uygulama Örnekleri	14

DÜNYADA EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ

Dünyada Eklemeli İmalat Pazarının Durumu	16
Dünyada Eklemeli İmalat Ekosisteminin Durumu	17
Eklemeli İmalatta Gelişmeler ve Trendler: Teknoloji	18
Eklemeli İmalatta Gelişmeler ve Trendler: Yazılım / Servisler	19
Değer Zincir Segmentasyonu	20

İSTANBUL'DA EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ

İstanbul'da Eklemeli İmalat Teknolojileri	22
İstanbul Eklemeli İmalatın Hizmet Ettiği Alanlar	24
Eğitim ve Bilimsel Araştırmalar	25
Araştırma Merkezleri	26
Ulusal/Uluslararası Program/Projeler	27
İstanbul'da Eklemeli İmalat Ekosisteminden İyi Uygulama Örnekleri	29
İstanbul Eklemeli İmalat Ekosistemi	31

EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ ÇALIŞTAYI

İstanbul Eklemeli İmalat Ekosistemindeki Sorun Alanları	33
İstanbul Eklemeli İmalat Ekosistemini İleriye Taşıyacak Çözümler Çözüm	34
Önerilerinin Uygulanmasıyla Elde Edilecek Çıktılar	35
Katılımcılar	36

KISALTMALAR

KISALTMA	İNGİLİZCE AÇIKLAMA	TÜRKÇE AÇIKLAMA
3B	3 Dimension	3 Boyutlu
AB	European Union	Avrupa Birliği
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene	Akrilonitril Bütadien Stiren
AI	Artificial Intelligence	Yapay Zeka
AR-GE	Research and Development	Araştırma ve Geliştirme
BJ	Binder Jetting	Bağlayıcı Püskürtme
DLP	Direct Light Processing	Sayısal Işık İşleme
DOD	Drop-on-Demand	Taleple Damla Bırakma
EBAM	Electron Beam Additive Manufacturing	Elektron Işını ile Eklemeli İmalat
EBM	Electron Beam Melting	Elektron Işını ile Ergitme
ERP	Enterprise Resource Planning	Kurumsal Kaynak Planlanması
FDM	Fused Deposition Modeling	Ergiyik Yığılma Modelleme
IoT	The Internet Of Things	Nesnelerin İnterneti
LENS	Laser Engineering Net Shaping	Lazer Net Şekillendirme
LOM	Laminated Object Manufacturing	Nesne Yapıştırma
MES	Manufacturing Execution Systems	İmalat Yürütme Sistemleri Malzeme
MJ	Material Jetting	Püskürtme
MJF	Multi Jet Fusion	Çok Jetli Modelleme
NPJ	Nano Particle Jetting	Nano Partikül Püskürtme
PA	Polyamide	Poliamid
PC	Polycarbonate	Polikarbonat
PCB	Printed Circuit Board	Baskılı Devre Kartı
PEEK	Polyether Ether Ketone	Polieter Eterketon
PEI	Polyetherimide	Polieterimit
PETG	Polyethylene Terephthalate Glycol	Polietilen Tereftalat Glikol
PLA	Polylactic Acid	Polilaktik Asit
PP	Polypropylene	Polipropilen
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Denetleme Kontrol Ve Veri Toplama
SLA	Stereolithography	Stereolitografi
SLM	Selective Laser Melting	Seçici Lazer Ergitme
SLS	Selective Laser Sintering	Seçici Lazer Sinterleme Termoplastik
TPE	Thermoplastic Elastomer	Elastomer Termoplastik Ürethan
TPU	Thermoplastic Urethane	Ürün Geliştirme
ÜR-GE	Product Development	Yıllık Bileşik Büyüme Oranı
YBBO	Compound Annual Growth Rate	

EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ



EKLEMELİ İMALAT

Ekleme İmalat (EI), bilgisayar destekli tasarıma dayalı olarak katman katmana malzeme ekleme prensibi ile 3 boyutlu geometriler oluşturan bir üretim tekniğidir. ASTM standartlarında ekleme imalat sistemleri kullandıkları teknolojilere göre 7 kategoriye ayrılmıştır. Her kategorinin kendi içerisinde kullandığı malzeme türüne (toz, tel, filament, kağıt, lamine, bağlacı, vb.) göre farklı teknoloji isimleri bulunmaktadır.

■ Metal ■ Polimer ■ Diğer Malzemeler

SAC LAMİNASYONU 01
SHEET LAMINATION
Lamine Nesne Üretim
Laminated Object Manufacturing **LOM**

VAT FOTOPOLİMERİZASYONU 02
VAT PHOTOPOLYMERIZATION
Lazerle Kürleme
Cured With Laser **SLA**
Projektörle Kürleme
Cured With Projector **DLP**

DOĞRUDAN ENERJİ AKTARIMI 03
DIRECTED ENERGY DEPOSITION (DED)
Lazerle Birleştirme
Fused With Laser **LENS**
Elektron Işını ile Birleştirme
Fused With Electron Beam **EBAM**

BAĞLAYICI PÜSKÜRTME 04
BINDER JETTING
Bağlayıcı Ajan ile Birleştirme
Joined With Binding Agent **BJ**

MALZEME EKSTRÜZYONU 07
MATERIAL EXTRUSION
Isı ile Ekstrüzyon
Extrusion with heat **FDM**

MALZEME PÜSKÜRTME 06
MATERIAL JETTING
UV Işığı ile Kürleme
Cured With UV Light **MJ**

TOZ YATAKLI ERGİTME 05
POWDER BED FUSION
Lazerle Birleştirme
Fused With Laser **SLS**

SLM Lazerle Ergitme
Fused With Laser

MJF Birleştirme Ajanı ve Kızılötesi Işınla Füzyon
Fused With Fusing Agent and Infrared Light

EBM Elektron Işını ile Füzyon
Fused With Electron Beam



METALLER İÇİN EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİ SINIFLANDIRILMASI

TEKNOLOJİ GRUBU



Toz Yatak Ergitme



Doğrudan Enerji Aktarımı



Malzeme Ekstrüzyonu



Bağlayıcı Püskürtme



Malzeme Jet

Lazerle Ergitme

Elektron Işınıyla Ergitme

Lazerle Ergitme

Elektron Işınıyla Ergitme

Metal Filament Ekstrüzyonu

Bağlayıcı ile birleştirme + sinterleme

Isı ile kürlenme + Sinterleme

SLM

Selective Laser Melting

Seçici Lazer Ergitme

EBM

Electron Beam Melting

Elektron Işını ile Ergitme

LENS

Laser Engineering Net Shaping

Lazer Net Şekillendirme

EBAM

Electron Beam Additive Manufacturing

Elektron Işını ile Eklemeli İmalat

FDM

Fused Deposition Modeling

Ergiyik Yığma Modelleme

BJ

Binder Jetting

Bağlayıcı Püskürtme

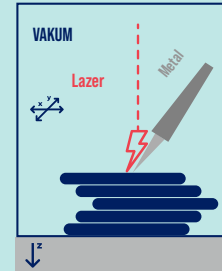
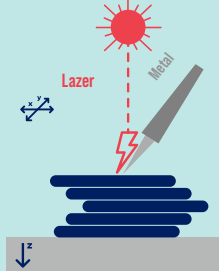
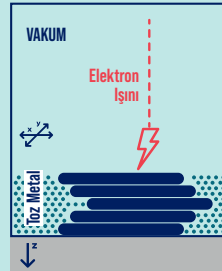
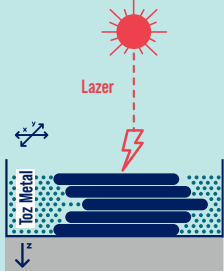
NPJ

Nano Particle Jetting

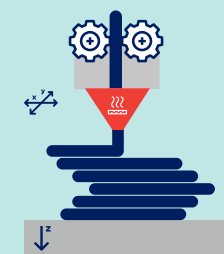
Nano Partikül Püskürtme

KULLANILAN KİNETİK

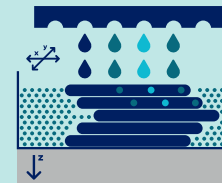
PROSES ADI



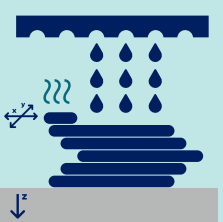
METAL FİLENT



BAĞLAYICI AJAN



ÇÖZÜCÜ & NANOPARTİKÜL



AÇIKLAMA

Üretim alanına serilen toz formdaki metal hammaddede lazer ışını ile ergitilir. Üzerine yeni bir katman toz serilir ve lazer ile tekrar ergitilir. Bu işlemler 3B son ürün tamamlanana kadar tekrarlanır.

Toz halindeki bir metalin vakum altında yüksek enerjili bir elektron ışını ile ergitilerek 3B son ürün elde edilir.

Toz veya tel halindeki metaller kullanılarak, tamamen yoğun 3B yapılar yüksek güçlü bir lazer (400W ila 3kW) yardımıyla elde edilir.

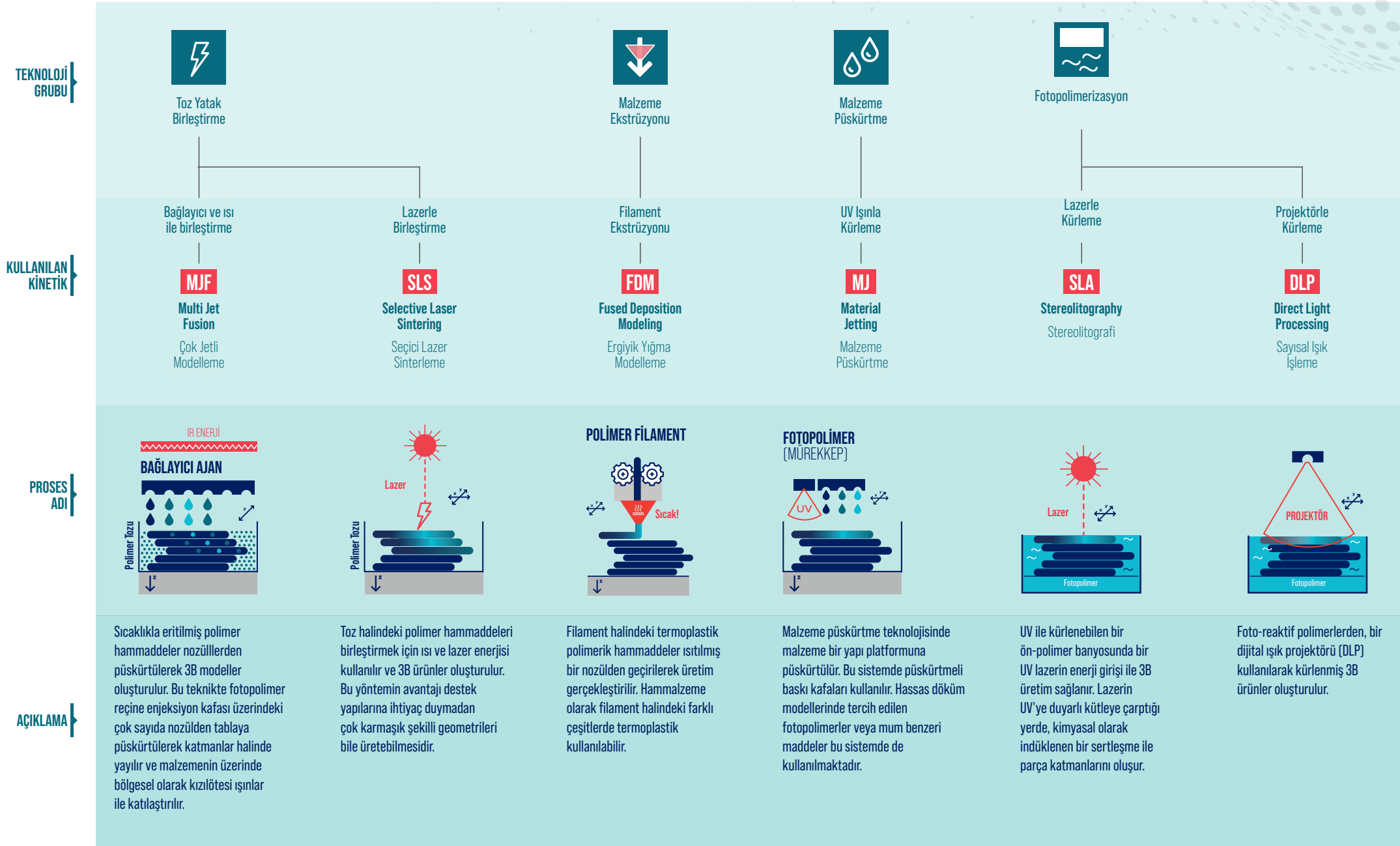
Metal tel hammaddede hareketli yüksek enerjili elektron ışını yardımıyla vakum altında ergitilir.

Bu yöntemde FDM işlemine benzer şekilde, termoplastik malzeme ve metalik parçacıkların bir kombinasyonu olan filament ısıtılır ve bir nozülünden çekilerek 3B ürün üretilir.

Endüstriyel bir yazıcı kafasının ince bir toz parçacık tabakası üzerine seçici olarak bir sıvı bağlayıcı madde biriktirerek 3B ürün elde edilmesidir.

3B ürünleri oluşturmak için toz halindeki malzeme süspansiyonlarını kullanan bir malzeme püskürtme teknolojisidir.

POLİMERLER İÇİN EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİ SINIFLANDIRILMASI



DİĞER MALZEMELER İÇİN EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİ SINIFLANDIRILMASI

TEKNOLOJİ GRUBU



Malzeme Ekstrüzyonu



Bağlayıcı Püskürtme



Malzeme Püskürtme



Sac Laminasyonu

KULLANILAN KİNETİK

Malzeme Ekstrüzyonu

KOMPOZİT

FDM

Fused Deposition Modeling

Eriyik Yığıma Modelleme

Kum ve Alçı Benzeri Malzemelerin Yapıştırıcı Malzeme ile Birleştirilmesi

KUM VEYA ALÇI

BJ

Binder Jetting

Bağlayıcı Püskürtme

Mum ile Birleştirme

MUM

DOD

Drop on Demand

Taleple Damla Bırakma

Lamine Edilmiş

KAĞIT VEYA KOMPOZİT

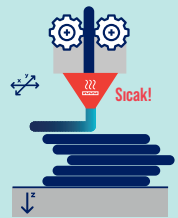
LOM

Laminated Object Manufacturing

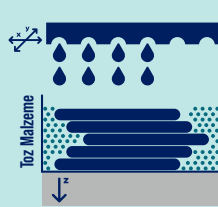
Nesne Yapıştırma

PROSES ADI

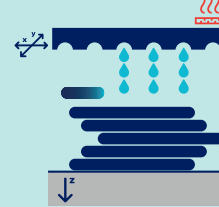
MALZEME FİLAMENİ



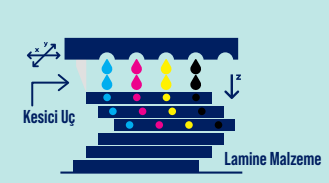
BAĞLAYICI AJAN



ISITILMIŞ MUM



KEŞME YAPIŞTIRMA (MÜREKKEP VEYA BAĞLAYICI)



AÇIKLAMA

Takviye malzemesi üzerine baskı yaparak kompozit yapı üretmek, çok malzemeli yapılar oluşturmaya benzer bir yöntemdir. Kompozit malzemeler, çok aşamalı bir süreçte elde edilir; burada asama sayısı, son ürünün takviye katmanlarının sayısına bağlıdır. Bu yöntemle yapılan katmanlı kompozitler, sürekli elyaf, kumaş veya keçe ile güçlendirilebilir.

Bir sıvı bağlama maddesinin kum veya alçıdan oluşan toz yatağı bölgelerini seçici olarak bağladığı 3B bir baskı işlemidir.

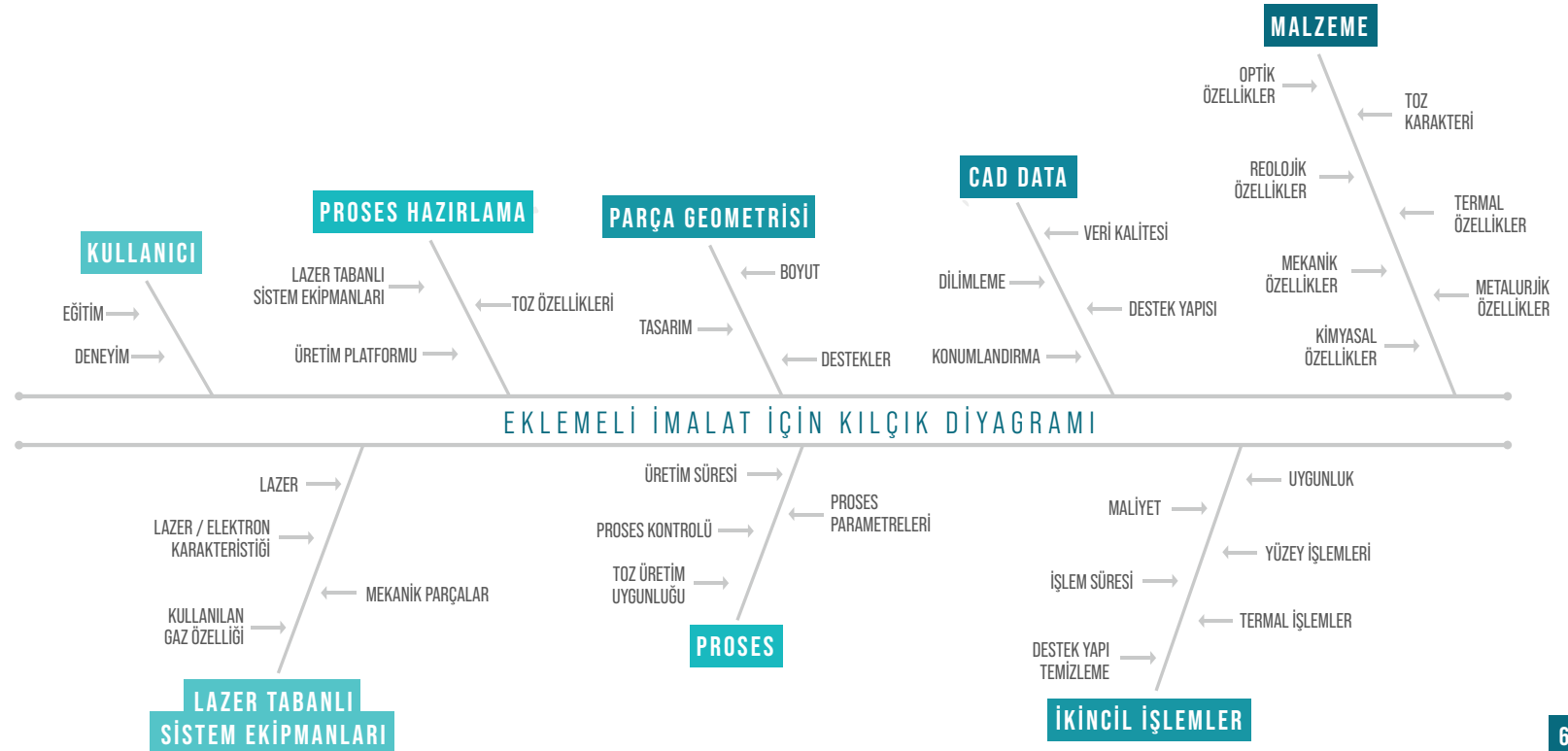
Bir sıvı bağlama maddesinin toz yatağı bölgelerini seçici olarak bağladığı bir 3B baskı işlemidir. Isıtılmış olan mum, damlacıklar halinde uygulanır ve soğutma işlemiyle katılaşır.

Bir malzeme tabakası (kesilmiş veya yapıştırıcı uygulanmış) üretim platformuna yerleştirilir ve mevcut istif üzerine lamine (yapıştırıcı, ısı, bağlayıcı, vd. ile) edilir. Her katman lamine edildikten sonra, gerek var ise ikincil işlem uygulanır.

EKLEMELİ İMALAT ÜRETİM SÜRECİ VE PARAMETRELERİ

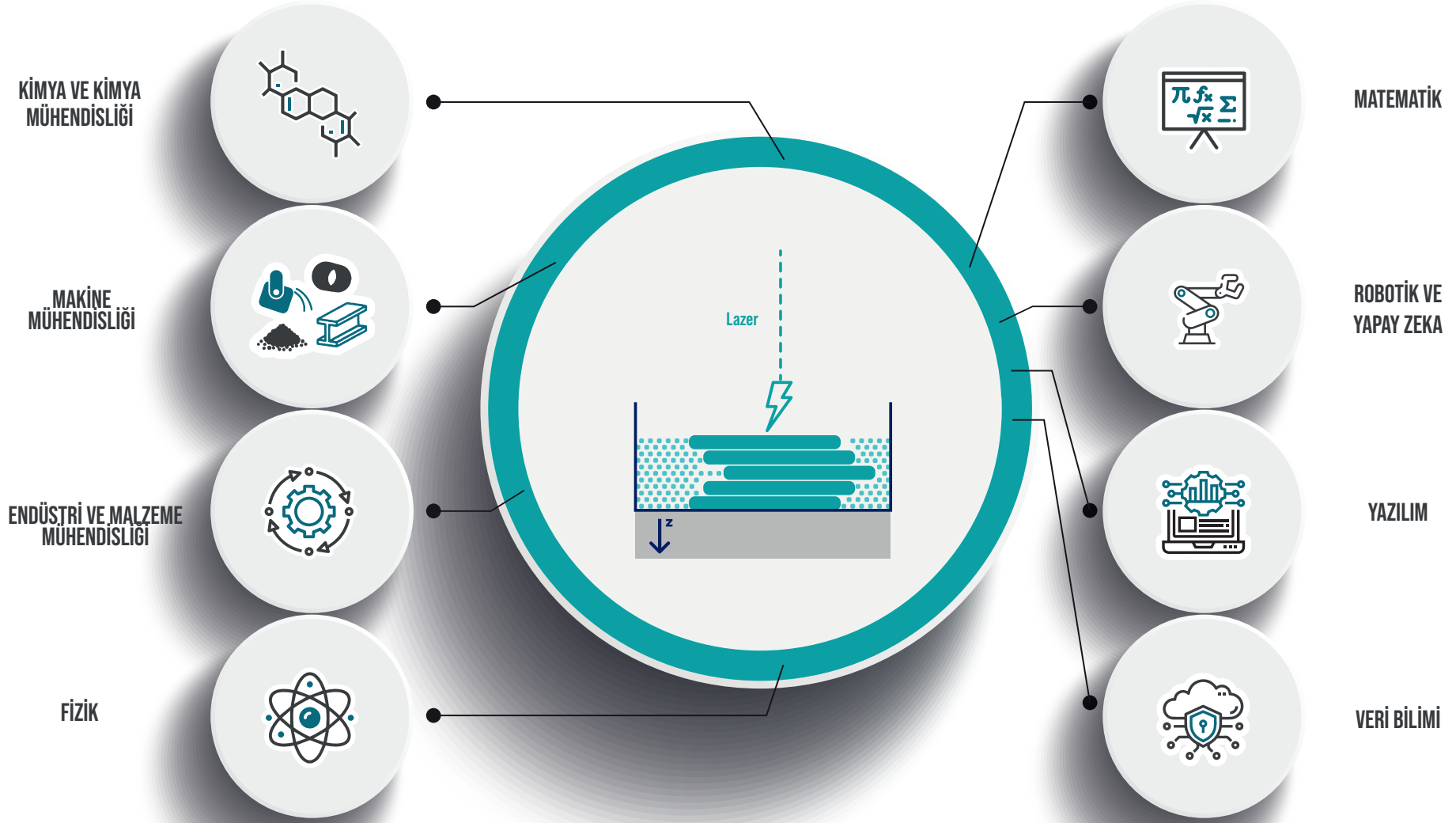


Eklemeli imalat prosesinin sorunsuz, verimli, kaliteli ve kontrollü devam edebilmesi için temelde takip edilmesi gereken faktörler diyagramda verilmiştir. Sürecin sağlıklı devam edebilmesi için her bir kılıçğın iyi tahlil edilip ürüne uygun tercihler yapılmalıdır.

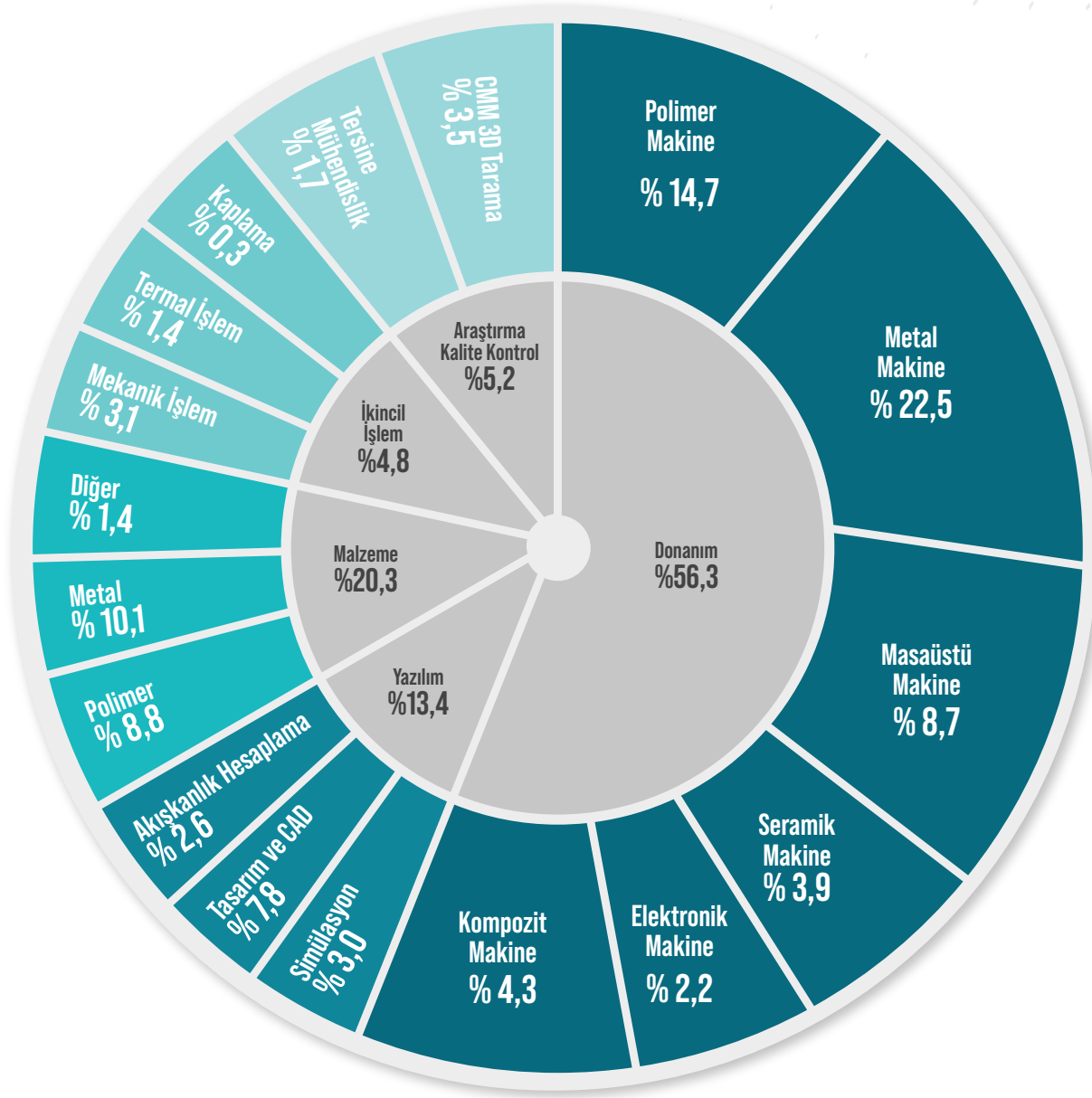


EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİSİ ALT DİSİPLİNLERİ

Eklemeli imalat disiplinlerarası çalışma gerektiren bir teknolojidir. İlgili disiplinler aşağıdaki grafikte gösterilmektedir.



EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİ BİLEŞENLERİ



Donanım: Eklemeli imalat sistemlerindeki donanım ekipmanları en büyük paya sahiptir. Mekanik ve yapısal parçaların kolay temini ve uygulanabilirliği bu payı arttırmaktadır. Sektörün doyunluğunun en yüksek olduğu teknoloji bileşeninin bu olduğu düşünülmektedir.

Yazılım: Günümüzde yazılımlar ve simülasyon programları gerçeğe çok yaklaşmasına rağmen gelişmeye çok açık bir bileşen olarak görülmektedir. Topolojik çalışmalar ve hesaplamalı yazılım programları eklemeli imalat için ileride önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir.

Malzeme: Eklemeli imalat proseslerinde malzeme tedariki ve çeşitlendirilmesi çok popüler bir alandır. Malzeme bilimi, eklemeli imalat için vazgeçilemez ve potansiyeli çok yüksek bir bileşen olarak görülmektedir.

İkincil işlemler: Endüstride kullanılan eklemeli imalat ürünleri halen son kullanıcıya hazır halde elde edilememekte ve ikincil işlemlere ihtiyaç duymaktadır. Bu işlem gereksinimin ortadan kaldırılması pek mümkün görülmediğinde sektörün bu ihtiyacına cevap verebilmek önemli bir iş alanı olarak değerlendirilmektedir.

Araştırma kalite kontrol: Her teknoloji öncelikle akademik düzeyde geliştirilmektedir. Bu durum eklemeli imalat için de geçerlidir. Bilgiyi üretmek veya taklit etmek teknoloji besleyen altbileşenler olarak değerlendirilmektedir.

Eklemeli imalat teknolojisi bileşenlerinin pazar payları grafikte gösterilmiştir.

**3D printing: The impact of post Processing, Rize, 2016.

**Analysis of Additive Manufacturing materials from Wohler and Servol Database; Metal AM 2020.

**Analysis of Additive Manufacturing materials from Wohler and Servol Database; Metal AM 2020

EKLEMELİ İMALATIN TİCARİ GELİŞİMİ

1986

Charles Hull'un kurmuş olduğu "3D Systems" firmasına ait ilk ticari yazıcı SLA-1 piyasaya sürüldü.



1990

"3D Systems" tarafından SLS teknolojisi kullanan ilk ticari makina "The DTM" üretilmiştir. Ancak fiyatı yüksek olduğu için satılmamıştır.



1992

SLS teknolojisiyle çalışan "Sinter Station 2000" cihazı DTM tarafından tasarlanıp üretildi ve yüksek fiyatlarına rağmen ticari başarı sağladı. Seramik malzeme kullanabilen ilk cihazdır. Üretim hacmi 13 inçlik çapa sahip olup lazer gücü 0-50 W'tır.



1996

İlk ticari SLM makinesi EOS tarafından "EOSINT M 250" marka piyasaya sürüldü.



2005

"Z Corporation" firması ilk yüksek çözünürlüklü ve renkli üretim yapabilen "Spectrum Z 510" SLS cihazını piyasaya sürdü.



2016

Şangay Tongji Üniversitesi Mimarlık ve Kentsel Planlama Koleji öğrencileri, Şanghay'da yapılan 3 haftalık "Dijital Gelecek" Yaz Atölyesi sırasında 6-eksenli 3B baskı robotu geliştirdiklerini açıkladılar. Robot kolun ucuna bağlı 4 adet ekstrüder ile örümcek ağılarındaki gibi dalgalı ve sağlam yapıyı oluşturdular.



2019

"EOS M 400-4", dört kata kadar daha yüksek üretkenlik sağlayan dört adet 400 watt'lık fiber lazere sahip cihazı üretti. Bu cihaz 400x400x400 mm'lik büyük bir yapı hacmi sunmaktadır.



2022

AB tarafından finanse edilen "Kraken" projesi ile, yeni nesil hibrit eklemeli imalat teknolojilerine yatırım yapılmıştır. Bu proje ile; çok malzemeli üretim, 0,01 mm hassasiyetle 20 metreye kadar parça üretebilme, iç ve ulaşılması zor alanlar dahil olmak üzere yüksek kaliteli ve doğru sonuçlar elde etme avantajları kazanılmıştır.



1980

Dr. Hideo Kodoma fotopolimer hızlı prototipleme tekniğini icat etmiştir. Ancak yöntem ticarileştirilememiştir.



1989

Dr. Hans J. Langer yeni bir hızlı prototipleme pazarı için lazer teknolojisini kullanarak doğrudan CAD verilerinden 3B nesnelere üretmek amacıyla EOS firmasını kurdu.



1992

"Stratasys" firması tarafından ilk FDM cihazı piyasaya sürüldü.



1996

"The Actua 2100" eklemeli imalat yazıcısı "3D Systems" tarafından geliştirilmiştir. Sistem metal döküm için kullanılmak üzere mum tipi bir malzemenin katman katman bir araya getirilmesiyle çalışmaktadır.



2004

ABS malzemeyi kullanabilen masaüstü üç boyutlu yazıcı olan "The Dimension STT" cihazı geliştirilmiştir. Bu cihaz karmaşık geometrileri üretebilir.



2009

"RepRap 2.0" projesi olarak, "Mendel" isimli 3B yazıcı üretilmiştir. Bu cihaz ile, daha büyük üretim hacmi, z ekseninde stabilite, kolay monte edilebilirlik ve taşınabilirlik konularında tasarımsal iyileştirmeler elde edilmiştir.



2018

Titomic firmasının "Kinetic Fusion" adını verdiği 9x3x1,5 metre baskı alanına sahip cihazı metal tozlarını yüksek hızda püskürterek mekanik olarak birleştirerek üretim yapmıştır.



2019

"LaserProFusion" teknolojisi ile EOS, plastik eklemeli imalat için çok daha hızlı üretimler hedeflemiştir. Bu sistemde bir milyon diyet lazer kullanılarak üretim süreci enjeksiyonlu kalıplama ile rekabet edebilecek seviyelere çıkartılmıştır.



EKLEMELİ İMALATIN ENDÜSTRİ İÇİN ÖNEMİ



Eklemeli imalat talaşlı imalat yöntemleriyle kıyaslandığında, atık malzeme miktarını minimum seviyeye indirerek malzeme verimliliğini arttırmaktadır.

Eklemeli imalat, geleneksel üretim tekniklerinde kullanılan aparat, kesici takım, kalıp gibi ilave yardımcı aletlere gereksinim duymamasından dolayı maliyeti ve ekipman gereksinimini önemli ölçüde azaltmaktadır.

Eklemeli imalat cihazları, ilave üretim süreçlerine gerek kalmadan parçaları tek seferde üretebilmektedir. 3B yazıcılar ile tasarım ve üretim arasındaki kademeler atlanarak, tasarımdan doğrudan imalat yapılır. Bu sayede iş gücü ihtiyacı ve üretim süresi azalır, toplam verimlilik artmaktadır.

Geometrik kısıtlamaları ortadan kaldırır ve tasarım özgürlüğü sağlar, geleneksel tekniklerle üretilmesi çok zor veya imkânsız olan kafes (latis) yapılar kolayca üretilebilir.

Prototip üretiminde maliyeti ve üretim süresini önemli ölçüde azaltır.

Geleneksel yöntemlerle çok parçalı üretilmesi gereken ürünleri tek seferde üretilerek; bağlantı ekipmanlarından tasarruf edilir, toplam ağırlık düşürülür, yeni tasarımlar oluşturulabilir, toplam üretim süresi düşürülebilir. Bu kazanımlar savunma, havacılık ve otomotiv sektörleri için büyük avantajlar sunmaktadır.

EKLEMELİ İMALAT VE GELENEKSEL HASSAS DÖKÜM PROSESLERİNİN KIYASLANMASI

Hassas dökümdeki mum kalıp desenleri için kullanılan enjeksiyon kalıpları çok maliyetlidir ve kalıpları hazırlamak 4 ila 6 hafta sürmektedir. Eklemeli imalat teknolojileri, mum kalıplarının maliyetini ortadan kaldırır ve dökümlerin teslim süresini yaklaşık 10 güne kadar düşürür. Bu sayede maliyet [kalıp üretimi ve stok maliyeti], süre vb. konularda önemli avantajlar sağlanmaktadır.



TOPLAM SÜRE : 13 - 21 HAFTA

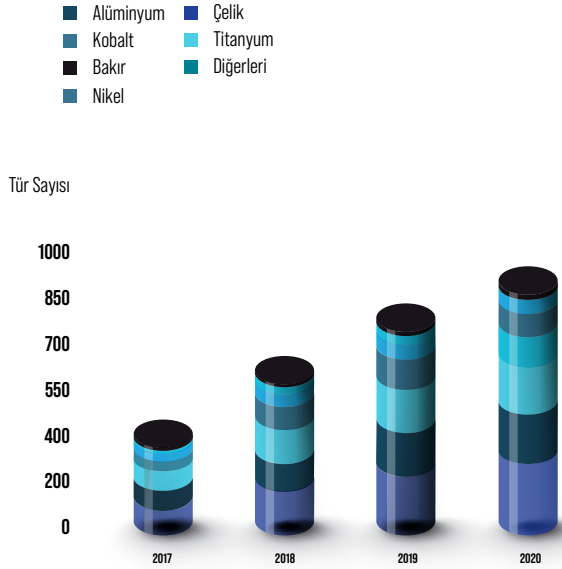


TOPLAM SÜRE : 4 - 5.5 HAFTA

EKLEMELİ İMALATTA KULLANILAN MALZEMELER

Metal malzeme türüne göre piyasada bulunan ürün çeşitliliği sayılarının yıllara göre değişimi

METAL

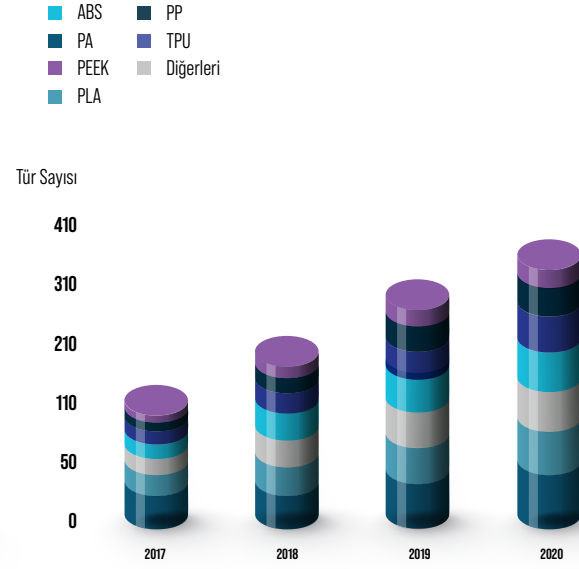


Kaynak: SENVOL

	2017	2018	2019	2020
Alüminyum	49	78	104	115
Kobalt	39	56	58	66
Bakır	9	16	25	34
Nikel	105	158	177	205
Çelik	132	177	227	269
Titanyum	118	142	175	199
Diğerleri	46	66	78	100
Toplam	498	693	844	988

Termoplastik malzeme türüne göre piyasada bulunan ürün çeşitliliği sayılarının yıllara göre değişimi.

POLİMER

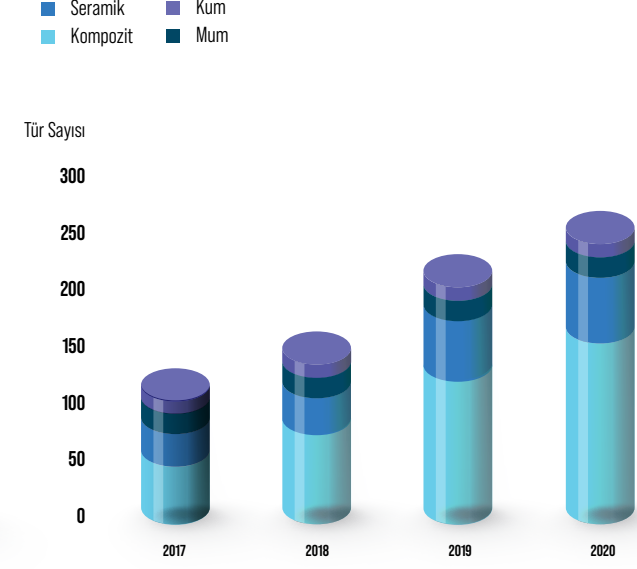


Kaynak: SENVOL

	2017	2018	2019	2020
ABS	15	25	38	54
PA	67	85	103	110
PEEK	6	11	17	19
PLA	8	25	40	62
PP	4	10	18	27
TPU	10	25	40	51
Diğerleri	26	46	67	83
Toplam	136	227	323	406

Diğer malzeme gruplarının (seramik, kum, kompozit, mum) ürün çeşitliliği sayılarının yıllara göre değişimi

DiĞER



Kaynak: SENVOL

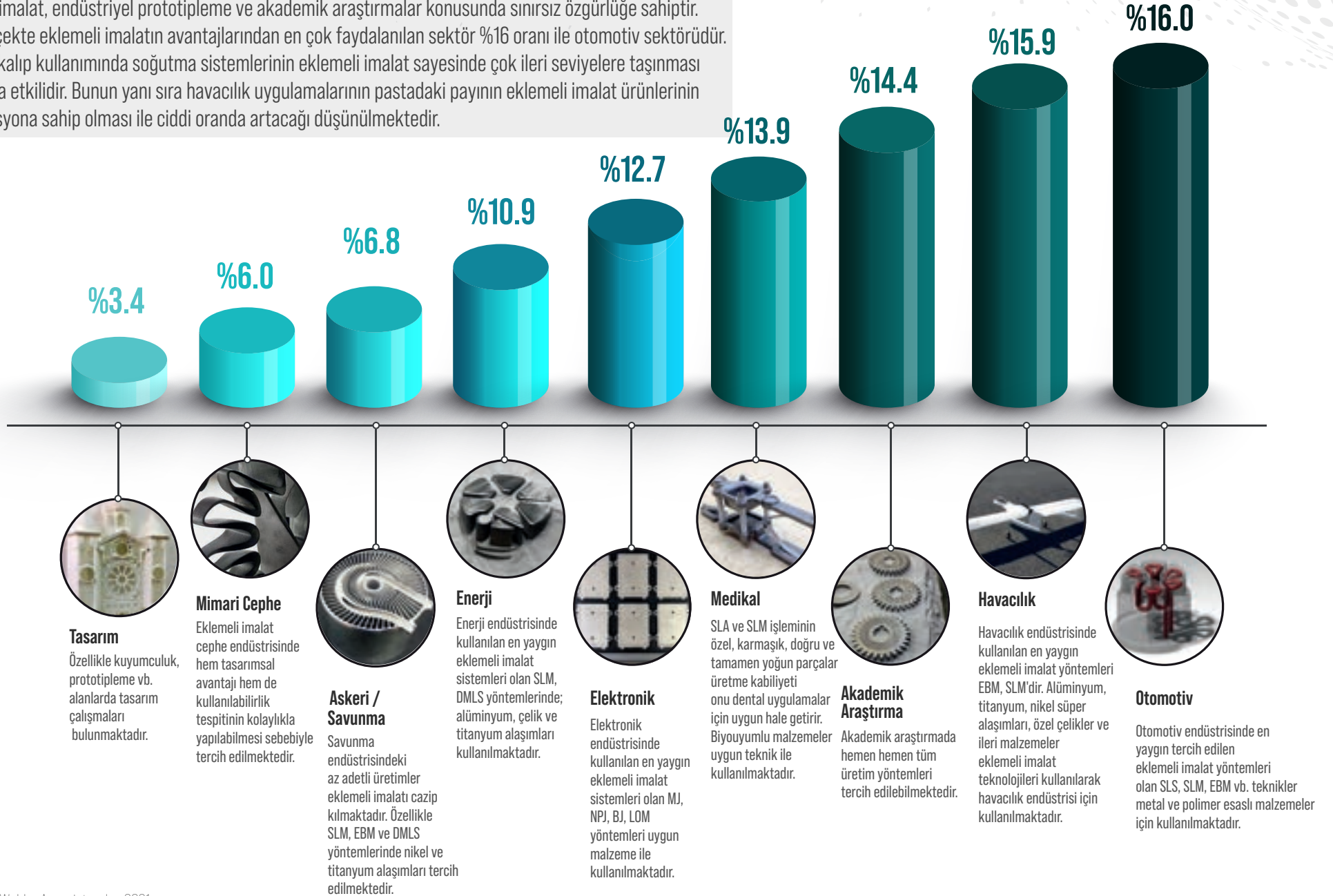
	2017	2018	2019	2020
Seramik	24	23	33	36
Kompozit	100	138	175	219
Kum	5	5	5	5
Mum	16	15	15	16
Toplam	145	181	228	276

Verilen rakamlar ticari ve akademik amaç ile gerçekleştirilen üretimlerde kullanılan tel, toz, tabaka, filament ürün çeşitliliği sayılarını belirtmektedir.

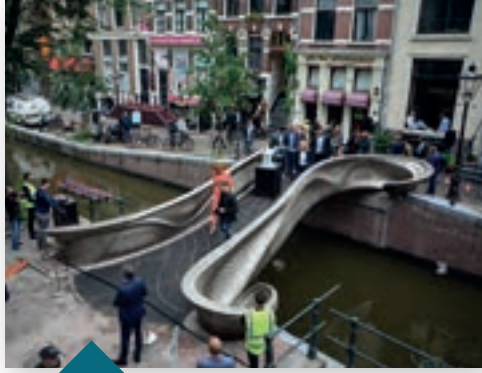
Kaynak: Wohler Associates, Inc 2021

EKLEMELİ İMALATIN HİZMET ETTİĞİ ALANLAR

Eklemeli imalat, endüstriyel prototipleme ve akademik araştırmalar konusunda sınırsız özgürlüğe sahiptir. Global ölçekte eklemeli imalatın avantajlarından en çok faydalanılan sektör %16 oranı ile otomotiv sektörüdür. Özellikle kalıp kullanımında soğutma sistemlerinin eklemeli imalat sayesinde çok ileri seviyelere taşınması bu oranda etkilidir. Bunun yanı sıra havacılık uygulamalarının pastadaki payının eklemeli imalat ürünlerinin sertifikasyona sahip olması ile ciddi oranda artacağı düşünülmektedir.

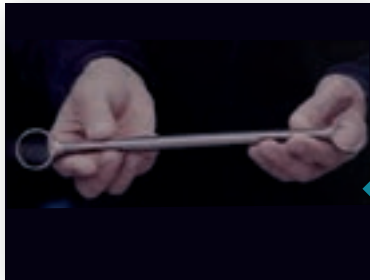


FARKLI SEKTÖRLER İÇİN EKLEMELİ İMALAT İLE ÜRETİLEN UYGULAMA ÖRNEKLERİ



01

"MX3D" şirketinin ürettiği bir 3B yazıcı "ABB Robotics" firmasına ait 6 eksenli endüstriyel robotlar ile köprü inşa etmiş ve Amsterdam'a konumlandırılmıştır. Tel beslemeli eklemeli imalat sistemleri ile kütleli ve az ikincil işlem gerektiren ürünler elde etmek mümkündür. Verilmiş olan örnekteki köprü 12,2 metre uzunluğuna, 6,3 metre genişliğine, 2,1 metre yüksekliğine ve 19,5 ton yük taşıma kapasitesine sahiptir. Buna benzer özgün, yenilikçi ürünler ilerleyen yıllarda gündelik hayatta daha çok karşımıza çıkacaktır.



02

Yandaki resim bir Bugatti Bolide konsept hiper otomobilin ön süspansiyonunda kullanılan bir itme çubuğunu göstermektedir. Parça titanyumdan yapılmış ve iç kafes yapılarında 0,5-1,0 mm değişken duvar kalınlığına sahiptir. 3700 kg'a kadar kırılma kuvvetine dayanabilmekte ve yalnızca 100g ağırlığındadır. Yüksek performanslı ve hafif bir araç oluşturmak için buna benzer eklemeli imalat örnekleri artırılabilir.



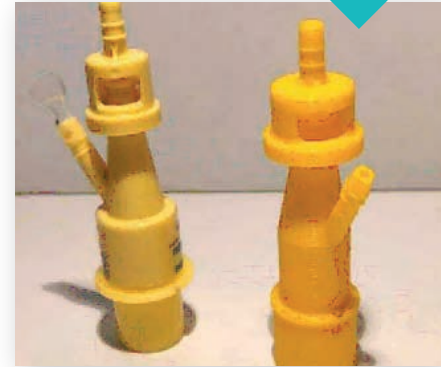
03

Parçaların tamamı eklemeli imalat teknolojileri ile üretilmiş olan araba Arizona'daki "Local Motors" a aittir. Şirketin düzenlediği bir yarışmada ödül alan yüzlerce projeden biri "Strati" adlı araç çok hızlı bir şekilde üretilmiş olması ile ödül kazanmıştır. Araç sadece 44 saatte üretilmiş ve 40 temel parçanın montajı ile son haline getirilmiştir.



04

"Rolls-Royce Trent XWB" serisinin en güçlü motoru olan ve "Airbus A350-1000" uçaklarında kullanılacak olan "Trent XWB-97", 2015 yılının son çeyreğinde ilk kez havalanmıştır. Bu uçuş aynı zamanda eklemeli imalat yöntemiyle üretilen en büyük havacılık / motor parçasının ilk uçuşu olma özelliğini taşımaktadır. "Rolls-Royce" bu motor üzerinde bulunan ve 48 türbin kanatçığına sahip olan yaklaşık 1,5 m çapında ve 0,5 m kalınlığındaki ön rulman yatağını eklemeli imalat yöntemiyle üretmiştir. "Rolls-Royce" eklemeli imalat teknolojisi kullanarak tasarımı optimizasyonu, maliyet ve hız açısından ürün ve üretim işlevselliğini geliştirmiştir. Öyle ki parçanın eklemeli imalat ile üretimi imalat süresini %30 azaltmış ve çok parçalı üründen az parçalı ürüne geçiş sağlanmıştır. Böylece maliyet ve üretim hızı optimize edilmiştir.



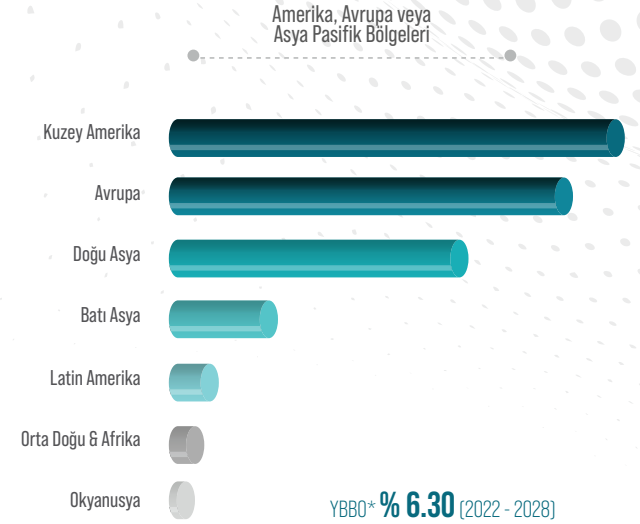
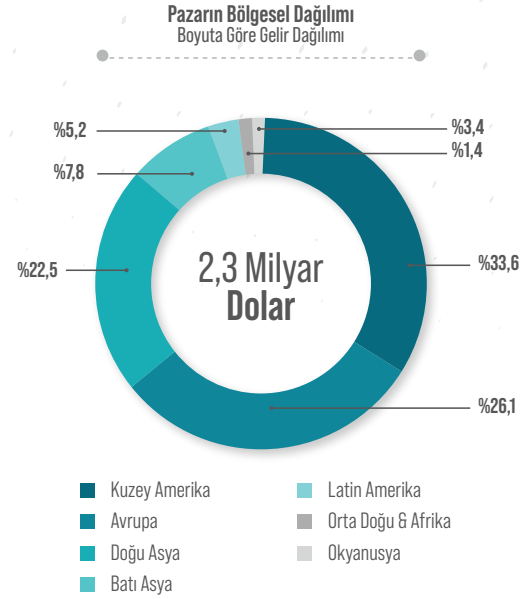
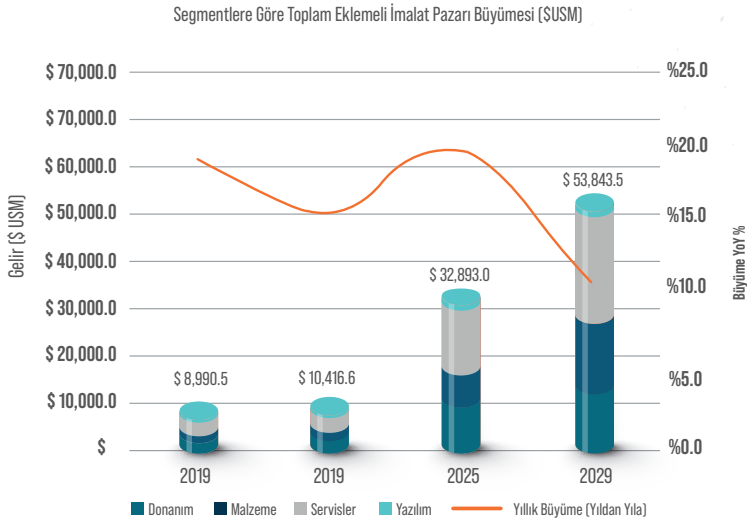
05

İtalya'da coronavirüsten en çok etkilenen bölgelerden biri olan Brescia'da yoğun bakım ünitelerinde solunum destek valflerine ihtiyaç duyulmuş ve kısa sürede tedarik edilememiştir. Bunun üzerine Giornale di Brescia editörü "Nunzia Vallini" ve "TheFabLab" kurucusu olan Massimo Temporelli, Brescia çevresindeki şirketler ve FabLab'lerle görüşüp eksik olan valfleri 3B yazıcılar ile üretmeyi önermiştir. Çağrıya yanıt veren "Isinnova" şirketinin CEO'su Cristian Fracassi, hastaneye FDM teknolojisi ile çalışan bir 3B yazıcı hediye etmiş ve eksik parçayı birkaç saat içinde modelleyip üretime geçmelerini sağlamıştır. Bu örnek ile eklemeli imalatın anlık ve hızlı cevap verebilme kabiliyeti sektörel alanda ispatlanmıştır.

DÜNYADA EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ



DÜNYADA EKLEMELİ İMALAT PAZARININ DURUMU



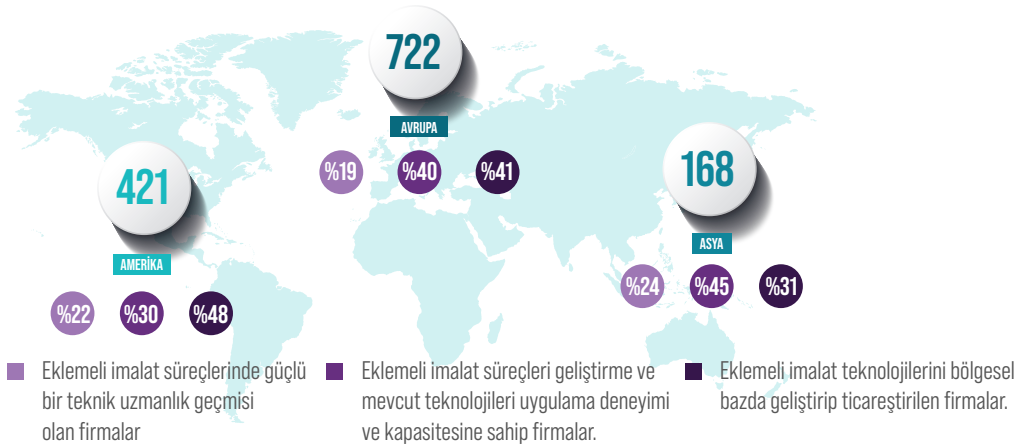
2025 - 2029 yıllarında eklemeli imalat teknolojilerinin özellikle servis ve yazılım başlıklarında ciddi artış olacağı ön görülmektedir. Bu artışın temel nedeni yatırım maliyetlerinin düşük olmasıdır.

Kaynak: <https://www.globenewswire.com/fr/news-release/2020/01/08/1968056/0/en/SmarTech-Analysis-Annual-Additive-Manufacturing-Market-Summary-Report-Says-AM-Market-Grew-to-Over-10B-Worldwide-in-2019.html>

2021 yılı eklemeli imalat pazarının bölgesel gelir dağılımı (daire ve çubuk grafiklerinde) verilmektedir. Bu grafikteki oranlar ile ekosistemdeki iş potansiyellerinin aktifliği değerlendirilebilir.

Kaynak: <https://amfg.ai/2019/11/07/additive-manufacturing-around-the-world-what-is-the-state-of-3d-printing-adoption-in-north-america-and-europe/>

Eklemeli İmalat konusunda faaliyet gösteren firmaların küresel dağılımı ve sayıları (2019)



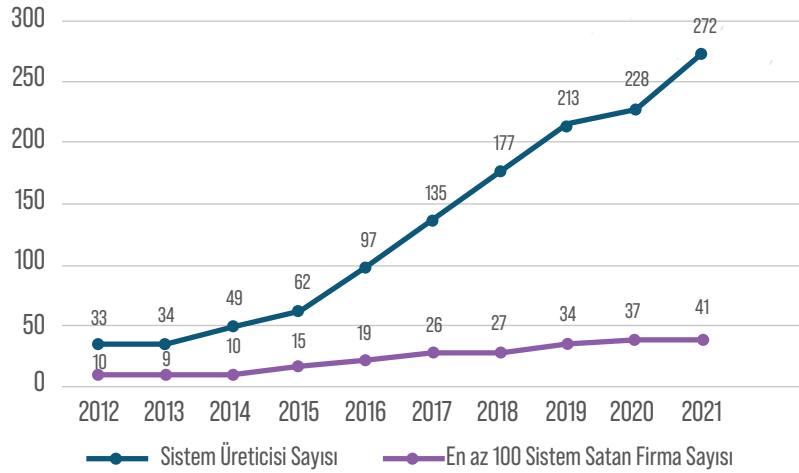
2019 yılında "Ernst&Young" in "3DP Study" çalışmasına göre Amerika, Avrupa ve Asya bölgelerinde faaliyette bulunan firmaların profillerine göre yüzde dağılımı verilmiştir.



"Mordor Intelligence" araştırma firmasının 2019 yılında yayınlanan raporuna göre 2025 yılına kadar eklemeli imalat endüstrisinde en fazla büyüme oranının Asya Bölgesi'nde olması beklenmektedir. Bunun sebebi, bölgedeki firmaların kendi eklemeli imalat sistemlerini geliştirmesidir.

Kaynak: <https://amfg.ai/2019/11/07/additive-manufacturing-around-the-world-what-is-the-state-of-3d-printing-adoption-in-north-america-and-europe/>

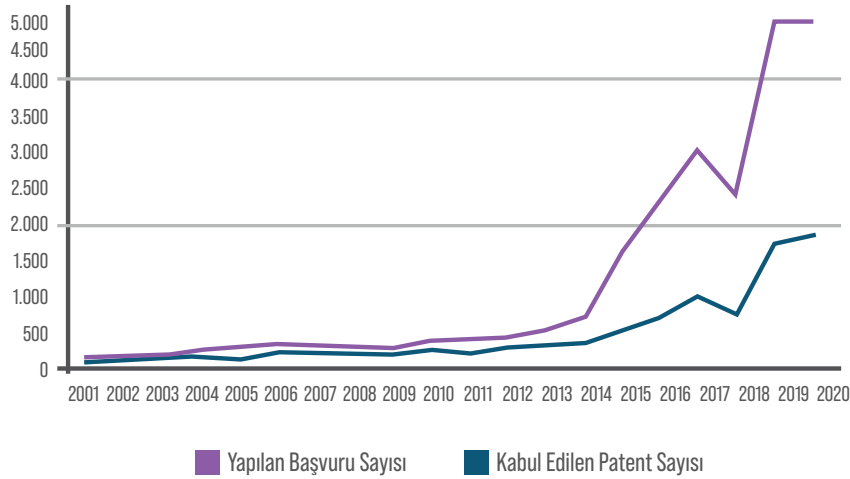
DÜNYADA EKLEMELİ İMALAT EKOSİSTEMİNİN DURUMU



Küresel pazarda 2012 - 2021 yılları arasında eklemeli imalat sistemleri üreticisi sayısı ve değişimi mavi renkle belirtilmiştir. Bu üreticiler arasında 100 ve üzeri eklemeli imalat sistemi satan firma sayısı mor renkte gösterilmiştir.

Kaynak:WOHLERS report 2021

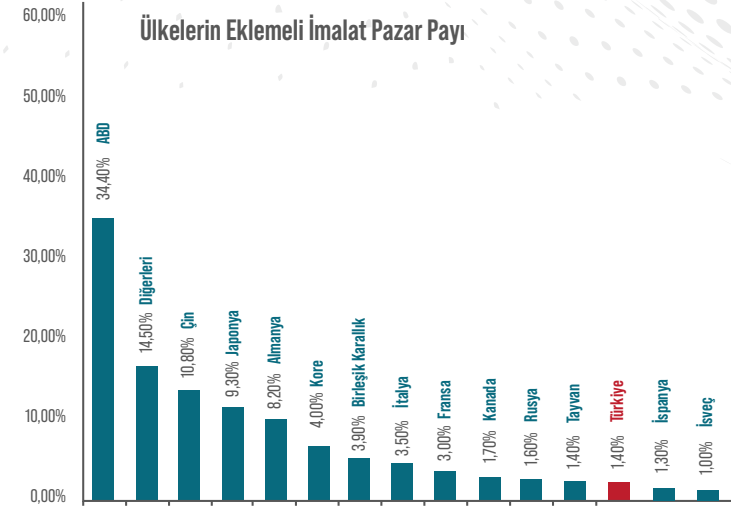
Yıllık Eklemeli İmalat Patent Başvuru Sayısı



Grafikte görüldüğü gibi eklemeli imalat konusunda yapılan yayınlar ile alınan patentler arasında bir bağlantı olduğu görülmektedir. Ayrıca 2016 yılından itibaren eklemeli imalat teknolojilerinde ilerlemenin logaritmik arttığı görülmektedir.

Kaynak:WOHLERS report 2021

Ülkelerin Eklemeli İmalat Pazar Payı



Yukarıdaki grafikte küresel olarak kurulu olan eklemeli imalat sistemlerinin, ülkesel bazda yüzdelik dağılım tahminleri verilmiştir. Bu tahminde sadece 2019 yılı içerisindeki endüstriyel sistem kurulumları hesaba katılmıştır.

Kaynak:WOHLERS report 2021



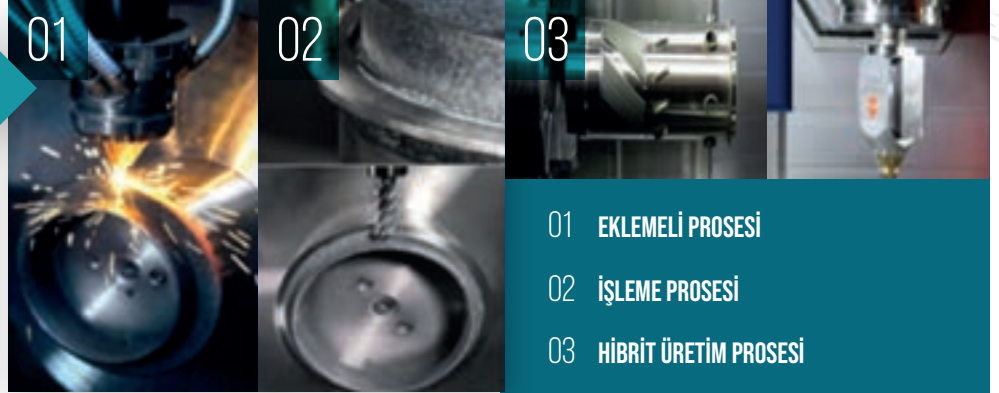
Eklemeli imalat konusunda ülkelerin aldıkları uluslararası patent sayıları gösterilmektedir

Kaynak: <https://www.lens.org/lens/search/patent/analysis?q=additive%20manufacturing&preview=true>

Teknoloji

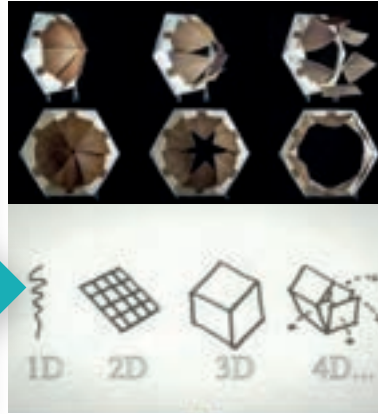
Hibrit Üretimler

Hibrit üretim sistemleri, eklemeli imalat ve konvansiyonel üretim sistemlerinin avantajlarını bir arada bulundurmaktadır. İmalat Yürütme Sistemleri (Manufacturing Execution System - MES), artırılmış gerçeklik ve derin öğrenme ile desteklenen hibrit sistemler gelecekte üretimdeki etkinliğini arttıracaktır.



4 Boyutlu Eklemeli İmalat

4 boyutlu eklemeli imalat sistemlerinde çoğunlukla şekil hafızalı malzemeler kullanılmaktadır. Gerekli şartlar sağlandığında şekil hafızalı malzeme üründeki 4. boyutu oluşturmaktadır. 4 boyutlu eklemeli imalat ilk olarak 2013 yılında tanıtılmıştır. Bu sistemler özellikle medikal uygulamalarda tercih edilmektedir. Ayrıca aktüatörler, yapay kaslar, yumuşak enerji hasadı, pnömomatik ağlar, elektroaktif polimerler ve yumuşak elektroniklerdeki çok yönlü işlevleri nedeniyle günümüzde büyük ilgi görmektedir.



Nano Eklemeli İmalat

Mikro/nano eklemeli imalat, yüksek baskı doğruluğu, esnek yapısal tasarım ve zengin malzeme seçimi avantajlarına sahiptir ve fonksiyonel ürünler üretmek için etkilidir. Kullanılan malzemenin doğal özellikleri ürünün performansını büyük ölçüde etkiler ve doğru malzemeyi seçerek, farklı potansiyel uygulamalar için uygun özellikler sağlanabilir. Mikro-nano eklemeli imalat malzemelerinin kullanım alanları arasında, modern elektronik cihazlar, mikro-mekanik sensörler ve aktüatörler, biyomedikal ekipmanlar bulunmaktadır. Aynı zamanda bu sektörler için ileride güçlü bir alternatif oluşturması beklenmektedir.

Yapay Organların Üretimi

Eklemeli imalat sistemlerinin yapay organ üretimi esasen doğal dokuları taklit etmeye dayanmaktadır. Bu konu rejeneratif tıp adı altında incelenmektedir. Bu çalışmalarda, işlevini yitirmiş canlı dokuların bölgesel olarak değiştirilmesi, tamamen yeniden üretilmesi veya mühendislik uygulamaları dahil olmak üzere pek çok teknikte biyo 3B yazıcılar ve biyo 3B baskı teknikleri kullanılmaktadır. Geliştirilmiş olan teknolojiler ile 2016 yılında gerçek karaciğer yapıları taklit eden doku eklemeli imalat ile üretilmiştir. 2016 yılındaki bir araştırma ile, 3B baskılı canlı kulak ve kas yapılarının hayvanlara başarıyla yerleştirilmiştir. 2018 yılında fare hücreleri yardımıyla 3B biyo baskılı fonksiyonel kalp dokusu üretilmiştir. Bir başka biyobaskı şirketi 2019 yılında böbrek organoidlerini başarılı bir şekilde ürettiğini duyurmuştur. Haziran 2020'de yayınlanmış ve Marmara Üniversitesi'nden bir araştırma ekibinin de dahil olduğu bir çalışmada yapay kornea üretimi gerçekleştirilmiş ve gelecek için çok umut vaat eden sonuçlara ulaşılmıştır. Biyo eklemeli imalat sistemlerinin geliştirilmesi ile daha fazla organın üretilmesi beklenmektedir.

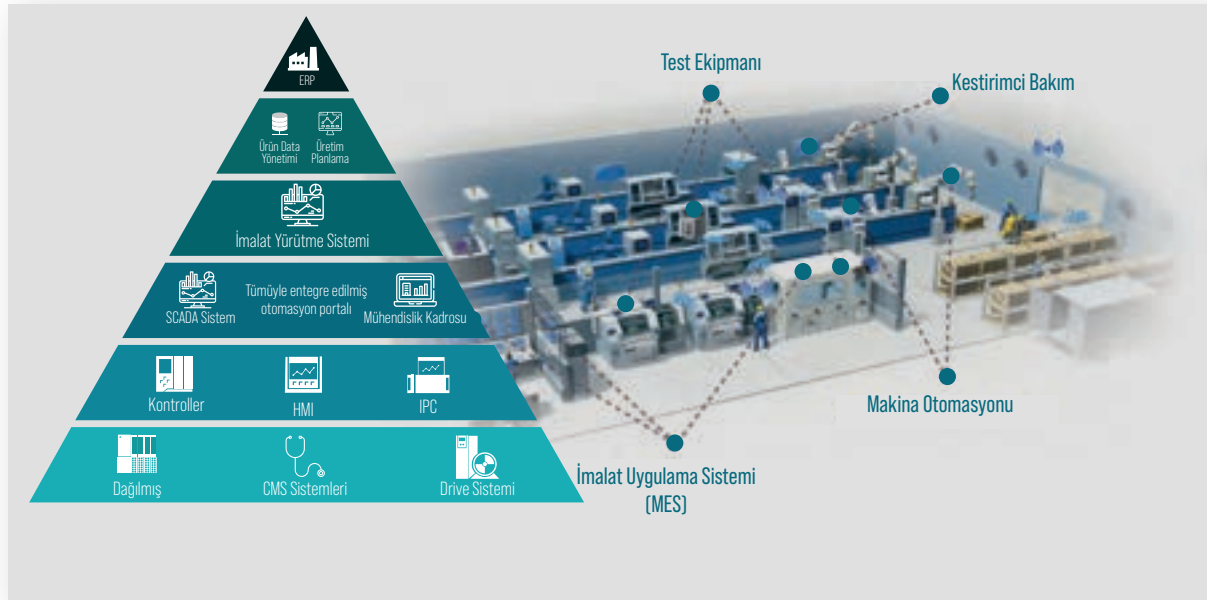
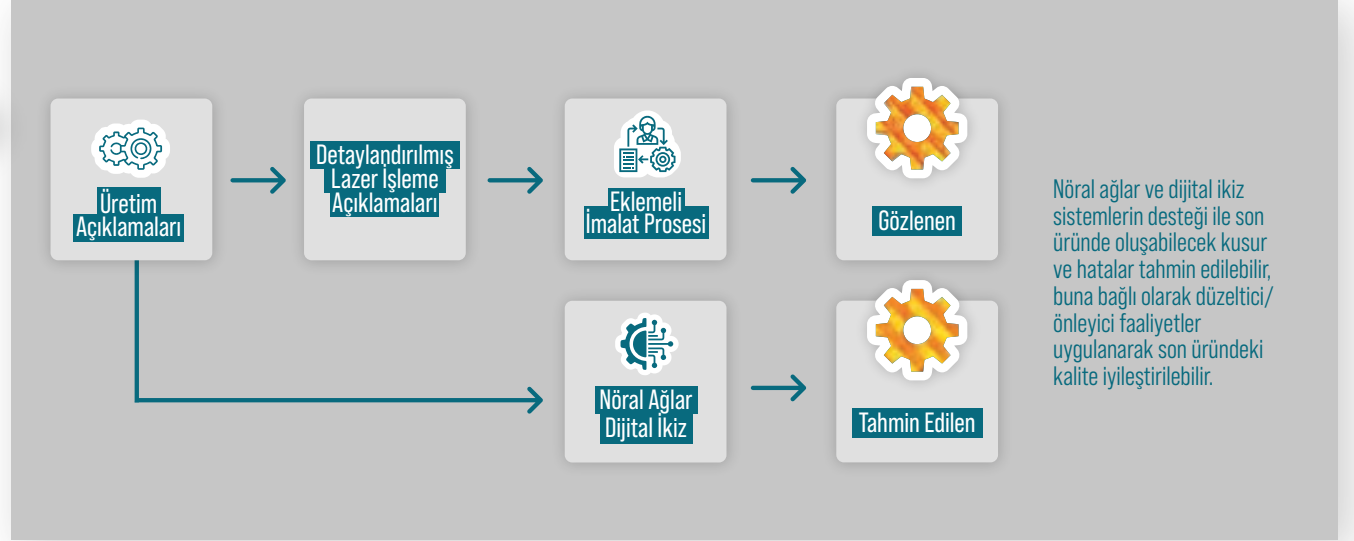


EKLEMELİ İMALATTA GELİŞMELER VE TRENDLER

Yazılım / Servisler

Ekleme İmalat ve Yapay Zeka / Derin Öğrenme

Ekleme imalat sistemlerinde üretilen parçanın mekanik ve yüzey özellikleri üretimdeki konumuna ve parça geometrisine göre değişiklik göstermektedir. Günümüzde parçanın istenilen mekanik ve yüzey özelliklerine ulaşması daha çok sistem üreticilerinin yönlendirmesi ve operatörün tecrübesine bağlıdır. Gelişen derin öğrenme teknolojisi ile parçaların geometri ve topoloji optimizasyonu yapılmaktadır. Yapay zeka sayesinde ise, ekleme imalat sistem geliştiricileri, sistemlerine entegre etmeye çalışarak tüm sistemlerin tam otomasyonunu sağlamayı ve verimini arttırmayı hedeflemektedir.



MES

Kurumsal Kaynak Planlama (ERP), Denetleme Kontrol ve Veri Toplama (SCADA), makinelerin otomasyonu ve nesnelerin interneti (IoT) yöntemlerinin birleştirilmesi ile geliştirilen bir metottur. MES sayesinde üretimin gerçek zamanlı ve en yüksek verimde çalışması sağlanır. Ayrıca ekleme imalat ekosistemine entegre edilen geleneksel üretim yöntemleri ile verimli ve etkin bir işletme oluşturulabilir. Son zamanlarda hedeflenen Endüstri 5.0 (karanlık fabrika) düzeyine ulaşmak için bu entegrasyon yüksek potansiyele sahiptir. Aynı zamanda MES koordinasyonları ile işletme içi ve/veya tedarikçileri arasındaki iletişim sorunsuz bir şekilde sağlanacaktır.

DEĞER ZİNCİRİ SEGMENTASYONU

Eklemeli imalat pazarında, değer zincirinde aşağıdaki şirket türlerini tanımlayabiliriz:



İSTANBUL'DA EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ



İSTANBUL'DA EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ

Türkiye için eklemeli imalat uzun bir geçmişe sahip olmamasına rağmen hem özel girişimler hem de akademik girişimler olarak dünyada kendisine yer edinmiş durumdadır. Yandaki grafikten de anlaşılacağı üzere eklemeli imalata olan ilgi ve girişim gün geçtikçe artmakta ve daha da artacağı öngörülmektedir.

Pazar Büyüklüğü (2022 Tahmini)

\$ 141 Mn

İşletme

53

Girişimci Sayısı

28

Araştırma Merkezi

16

Eğitim Programı

17

Bilimsel Araştırma

356

Proje Sayısı

27

Türkiye eklemeli imalat cihaz satışlarında dünya pazarının %1,4'üne sahiptir. İstanbul ise satılan cihazların yaklaşık %50'sine ev sahipliği yapmaktadır. Uluslararası araştırma kuruluşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmaya göre, pandemi sonrası eklemeli imalat pazarında ortalama %13'lük büyüme öngörülmektedir. Bu tahmine ve ulusal araştırmalara dayanarak yandaki grafikte İstanbul özelindeki eklemeli imalat cihaz (metal, polimer ve diğer sistemler) satışlarının yıllık bazda beklentisi paylaşılmıştır.

Türkiye Eklemeli İmalat Pazarı (M USD)

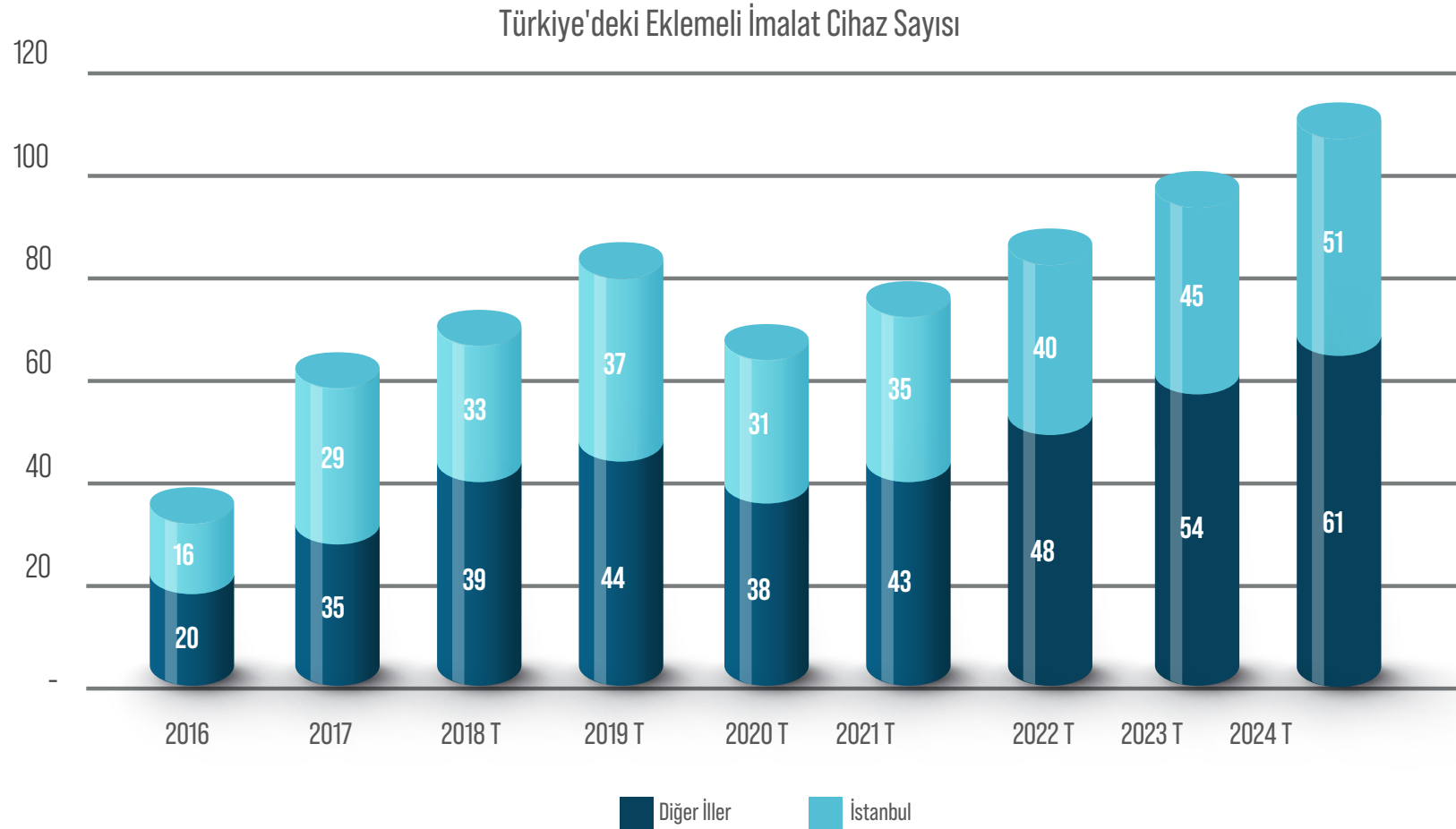


İstanbul Eklemeli İmalat Pazarı (M USD)



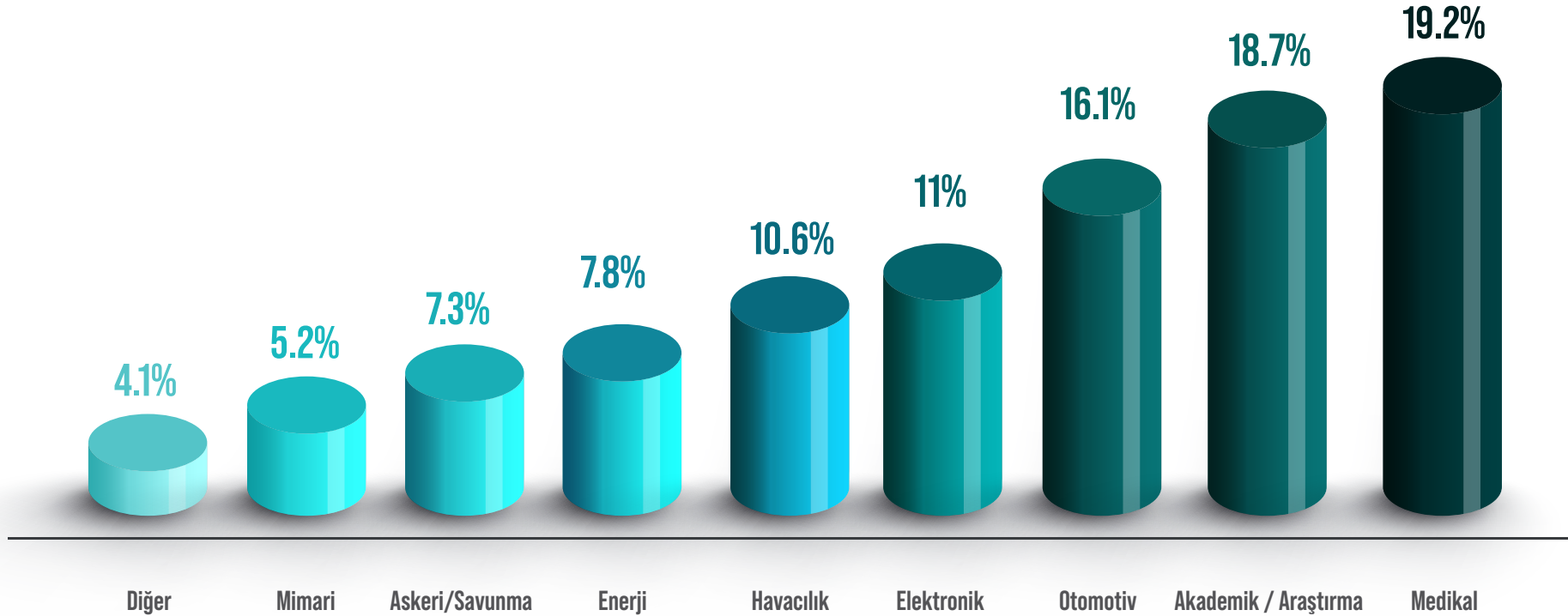
İSTANBUL'DA EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ

Eklemeli imalat sektörü özelinde ulusal ve uluslararası ticari standartların henüz olgunlaşmamış olması gibi faktörler nedeniyle, eklemeli imalat sistemlerindeki satış verilerinin takibi mevcut koşullarda oldukça zordur. Ülkemizdeki eklemeli imalat cihazlarının ihracat ve ithalat hareketliliklerinin takibi de yine oldukça karmaşıktır. Aşağıda yer alan grafiğin oluşturulması için sektör, üniversite ve kamu kurumlarındaki alt yapılar detaylıca araştırılmış ve elde edilen veriler global raporlara göre projeksiyonlanarak 2024 yılına kadarki cihaz sayılarının tahminleri hesaplanmıştır.



İSTANBUL'DA EKLEMELİ İMALATIN HİZMET ETTİĞİ ALANLAR

İstanbul'da eklemeli imalat alanında yapılan çalışmalara göre, en yüksek yüzde orana (%19,2) sahip sektör medikal sektördür. Medikal sektörünün diğer sektörlerle göre daha yüksek yüzde oranına sahip olma sebebi eklemeli imalat cihazına ulaşılabilirlik, İstanbul ilindeki fazla nüfus yoğunluğu ve endüstriyel sertifikasyona sahip olmasıdır. Araştırma alanının ikinci en yüksek yüzdeye (%18,7) sahip olma sebebi ise; araştırmacıların çalıştığı ve yürüteceği projeler için fon bulma imkanlarının oldukça fazla olması ve üniversitelerdeki öğretim üyelerinin eklemeli imalat alanına ilgisinin fazla olması söylenebilmektedir. Aşağıdaki grafik; 2019 yılında hazırlanan SSB Üretimde Paradigma Değişikliği, Artırımsal Üretim ve 3 Boyutlu Yazıcılar raporundaki veriler incelenip İstanbul ili için değerler hesaplanmıştır.



*SSB Üretimde Paradigma Değişikliği,
Artırımsal Üretim ve 3 Boyutlu Yazıcılar

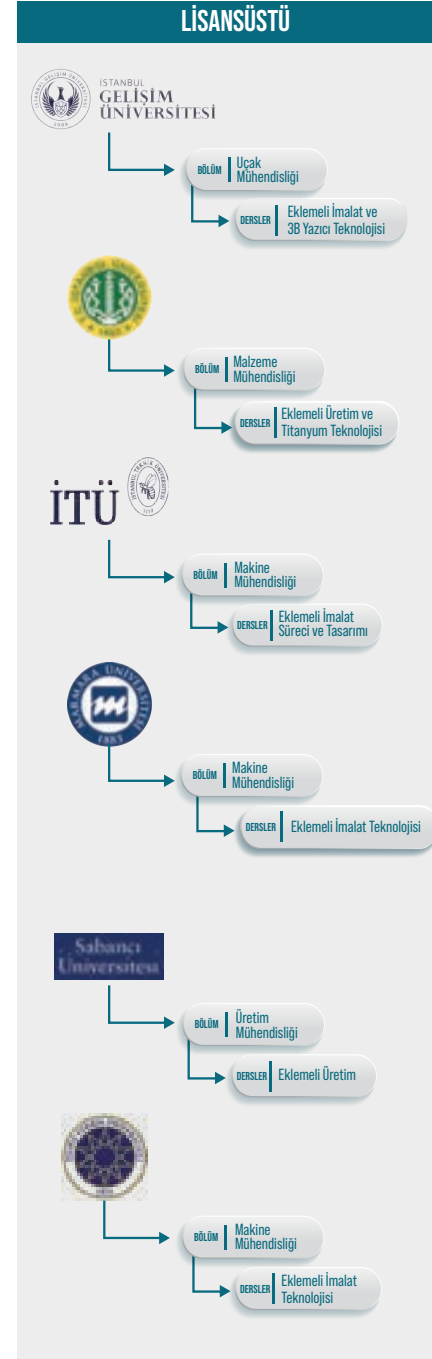
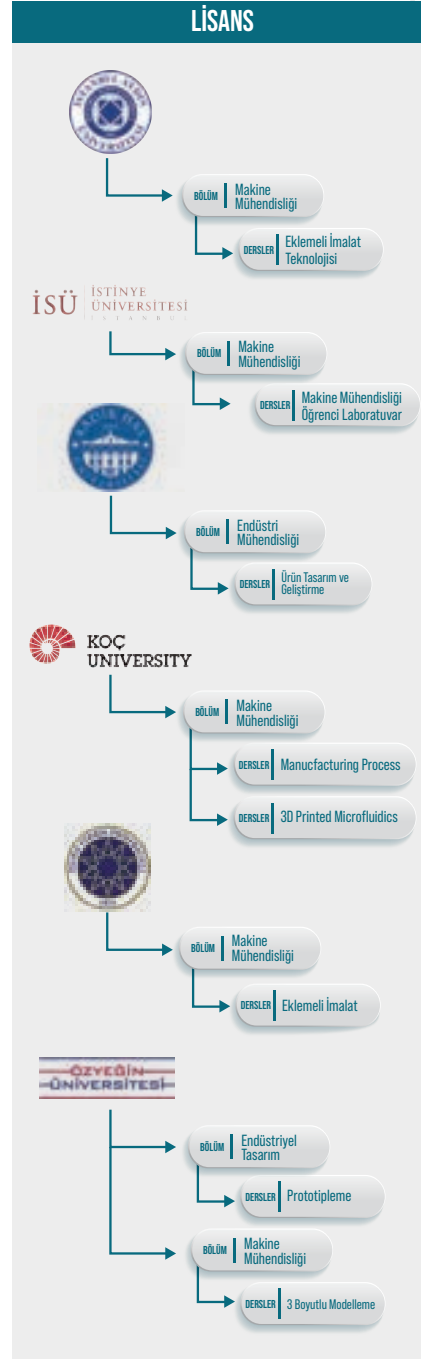
EĞİTİM VE BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR

İstanbul'da eklemeli imalat alanında çalışan akademisyen sayısı 44'dür ve toplam 356 adet bilimsel çalışma bulunmaktadır. Bu değer Türkiye'de yapılan tüm bilimsel araştırmalara kıyasla %23-%33 oranlarına denk gelmektedir ve bu oran çok yüksek bir orandır. Ancak bu oranın aralık olarak verilme nedeni üniversiteler arası ortaklıkları çalışmalar gözetilerek değerlendirilmiştir.

Bu alanda çalışmak isteyen kişilerde bulunması gereken yetkinlikler ise aşağıda belirtilmiştir.

- Eklemeli imalat teknolojileri hakkında bilgi sahibi, (FDM, Sinter-teknolojileri, DLP, Poly-jet vb.)
- Yazılım hazırlığı hakkında bilgi sahibi, (Materialise Magics, NetFabb vb.)
- MS Ofis programlarını ve
- 3D Cad programlarını kullanabilmesidir. (SolidWorks, Autocad, Catia vb.)

Tüm verilere açık kaynaklardan ulaşılmıştır. Bilimsel araştırma sayılarına Scopus internet sitesinden eklemeli imalat ile ilgili anahtar kelimeler taranarak ulaşılmıştır.



ÜNİVERSİTELER	BİLİMSEL ARAŞTIRMA SAYILARI
Arel Üniversitesi	8
Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi	27
İstanbul Aydın Üniversitesi	5
İstanbul Gedik Üniversitesi	9
İstanbul Teknik Üniversitesi	99
İstanbul Gelişim Üniversitesi	2
İstanbul Üniversitesi	21
İstinye Üniversitesi	4
Koç Üniversitesi	25
Marmara Üniversitesi	63
Özyeğin Üniversitesi	8
Sabancı Üniversitesi	31
Yıldız Teknik Üniversitesi	51

ARAŞTIRMA MERKEZLERİ



ALUMİNYUM TEST EĞİTİM VE ARAŞTIRMA MERKEZİ (ALUTEAM)

Çalışma Alanı : Savunma Sanayi, Otomotiv, Prototipleme vb.

İletişim: aluteam@fsm.edu.tr



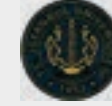
ARÇELİK GARAGE

Çalışma Alanı: Prototipleme, Beyaz eşya
İletişim: kurumsal@arcelik.com



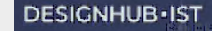
AREL ÜNİ POTKAM

Çalışma Alanı: Medikal
İletişim: potkam@arel.edu.tr



CERRAHPAŞA TASARIMDAN ÜRÜNE KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ TIP (CAST)

Çalışma Alanı: Medikal
İletişim: bilgi@iuc.edu.tr



DESIGNHUB IST

Çalışma Alanı: Medikal
İletişim: info@designhubist.com



Eklmeli İmalat Eğitim ve Araştırma Merkezi (EKAM)

Çalışma Alanı: Tasarım, Askeri/Savunma, Elektronik, Medikal

İletişim: ekam@itu.edu.tr



İstanbul Sanayi Odası Endüstriyel Tasarım ve Prototipleme A.Ş.

Çalışma Alanı: Tasarım, Mimari/Çephe, Enerji, Elektronik, Medikal, Havacılık, Otomotiv,
İletişim: info@iso.org.tr



İSÜ3D

Çalışma Alanı: Medikal
İletişim: info@istinye.edu.tr



KATMANLI İMALAT ALAŞIMLARI GELİŞTİRME UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

Çalışma Alanı: Savunma Sanayi
İletişim: info@ozyegin.edu.tr



KATMANLI İMALAT İLE TİTANYUM İMPLANT ARAŞTIRMA

Çalışma Alanı: Medikal, Tasarım
İletişim: bmeblm@yildiz.edu.tr



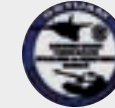
MANUFACTURING & AUTOMATION RESEARCH CENTER (MARC)

Çalışma Alanı: Medikal
İletişim: ilazoglu@ku.edu.tr



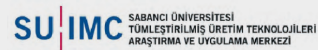
ROBOT VE KAYNAK TEKNOLOJİLERİ UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

Çalışma Alanı: Askeri/Savunma, Havacılık, Otomotiv, Tasarım
İletişim: info@gedik.edu.tr



SAVUNMA SANAYİ TEKNOLOJİLERİ UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

Çalışma Alanı: Savunma Sanayi
İletişim: iau.sstuum@gmail.com



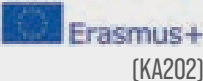
SABANCI ÜNİVERSİTESİ TÜMLEŞTİRİLMİŞ ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİ (SU-IMC)

Çalışma Alanı: Tasarım, imalat, montaj ve süreç prototipleme, kompozit
İletişim: suimc-info@sabanciuniv.edu







SABANCI ÜNİVERSİTESİ NANOTEKNOLOJİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİ (SUNUM)

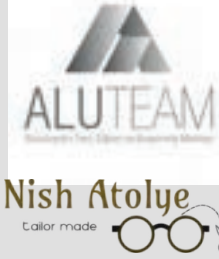
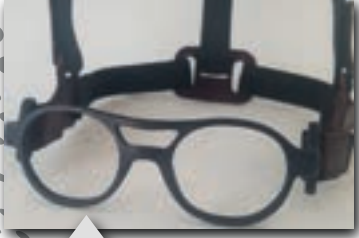
Çalışma Alanı: Medikal
İletişim: sunum@sabanciuniv.edu

Araştırma Merkezleri	Proje	Proje Başlığı	Hedefleri	Destek Miktarı
		Alüminyum Test Eğitim ve Araştırma Merkezi	Alüminyum sektörünün katma değerli ürünler geliştirme faaliyetleri	1.053.000 TL
		ALUTEAM: Gündümlü Proje	Alüminyum sektörünün katma değerli ürünler geliştirme faaliyetleri	6.555.175 TL
		ALUTEAM: RC	Alüminyum sektörünün katma değerli ürünler geliştirme faaliyetleri	6.000.000 €
		ALUVET	Proje ile Alüminyum sektörü için önemli bir mesleki eğitim programı oluşturulacak ve sektördeki mesleki eğitim ve dijital uygulamaların önemi konusunda farkındalık arttırılacaktır	450.000 €
		Ekleme İmalat sektörünün geliştirilmesi	Eklemele eko-sistemin etkinliğinin artırılması ve malzeme geliştirme	1.500.000 TL
		Bimetal Malzemelerin Özlü/Masif Tel Besleme Robotik Ark Kaynağı ile Eklemele İmalat Sisteminin Geliştirilmesi	WAAM tekniğinin geliştirilmesi	600.000 TL
		Bağlayıcı Püskürtmeli Eklemele İmalat Prosesinde Sinterlemenin Sayısal Modellemesi	Eklemele imalat yöntemiyle katma değeri yüksek ürünlerin imalatı	754.468 TL
		Eklemele İmalat Eğitim ve Araştırma Merkezi	İstanbul ve Türkiye'de katma değeri yüksek teknolojik ürünler gelişimine katkı sağlamak amacıyla metal eklemele imalat kabiliyetinin geliştirilmesi	1.988.650 TL

ULUSAL/ULUSLARARASI PROGRAM/PROJELER

Araştırma Merkezleri	Proje	Proje Başlığı	Hedefleri	Destek Miktarı
	 YTÜ BAP	Katmanlı İmalat İle Titanyum Medikal İmplant Araştırma Ve Üretim Merkezi Katmanlı İmalat İle Kişiyeye Özel Medikal İmplant Geliştirilmesinde Cerrahi Gereksinimlere Göre Tasarım Ve Üretim	Katmanlı imalat ile titanyum implant üretiminde yurt dışına bağımlılığı azaltacak olan merkezin, öncelikli olarak İstanbul bölgesine sonrasında ulusal olarak birçok bölgeye hizmet vermesi hedefleniyor. Katmanlı imalat ile medikal implant üretiminde yurt dışına bağımlılığı azaltacak ve kişiyeye özel implantların üretilmesi hedeflenmektedir.	3.756.387 TL 1.309.751 TL
 İleri İmalat Teknolojileri Laboratuvarı		Eklemeli İmalat Yöntemiyle İmal Edilen Ürünler İçin İkincil İşlem Süreçleri Geliştirme	Eklemeli eko-sistemin etkinliğinin artırılması, eklemeli imalat sonrası ardıl işlemlerin azaltılması yönünde post prosesin geliştirilmesi ve tezgahların iyileştirilmesi.	1.083.626 TL

İSTANBUL'DA EKLEMELİ İMALAT EKOSİSTEMİNDEN İYİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ



Kişiyeye özel üretim ihtiyacı olan gözlük çerçevesi Nish Atölye isimli gözlük markası tarafından tasarlanmış ve ALUTEAM altyapısı kullanılarak eklemeli imalat yöntemiyle üretilmiştir.



Yedek parçasının temini mümkün olmayan klasik bir araç ürününün tersine mühendislik ile üretimi gerçekleştirilmiştir.



Root Cover, protez kullanıcılarının istekleri ve bedensel özellikleri ile uyumlu olarak kişiselleştirilmiş ve 3B yazıcı ile basılan esnek protez kapatıcısı/giysisi üretilme imkanı sunmaktadır.



Sağlık teknolojileri alanında hizmet veren Osteoid, kas ile ilgili hastalıklarda kas hareketlerinin ve spazmlarının uzaktan takibine olanak sağlayan kişiyeye özel ortezler geliştirmektedir.



İSTON tarafından 3D beton yazıcısı kullanılarak Çamlıca Tepesine bir ofis binası inşa edilmiştir.

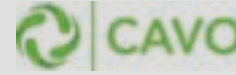
İSTANBUL'DA EKLEMELİ İMALAT EKOSİSTEMİNDEN İYİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ



Kıkırdak düzenleyici aparat, Bezm-i Alem Vakıf Üniversitesi kulak burun boğaz bölümü doktorlarının talebi üzerine geliştirilerek eklemeli imalat ile çelik malzemedan üretilmiştir ve bu ürün hastalarda kullanım sürecine girmiştir.



THY'ye ait Boeing 777 uçaklarında kullanılmak üzere geliştirilen ıslak mendil kapakları, eklemeli imalat üretim sisteminde plastik malzeme ile üretilmiştir.



Cavo Otomotiv, Aluteam ortak çalışma kapsamında geliştirilerek eklemeli imalat ile üretilen kalıp çekirdeklerinde geometriye uyumlu ve kalıba entegre üretilen soğutma kanalları, çeşitli otomotiv yedek parça üretimlerinde kullanılmaktadır.



Robotel Türkiye el ve parmak protezi ihtiyacı duyan bireylere, özellikle çocuklara, 3 boyutlu yazıcılarla kişiye özel üretilmiş, ekonomik ve kullanılabilir mekanik ellerin ücretsiz paylaşıldığı bir sivil toplum kurumudur. Öncelikle çocuklar olmak üzere parmak ve el deformasyonu nedeniyle proteze ulaşamayan veya kullanamayanlara destek vermektir.

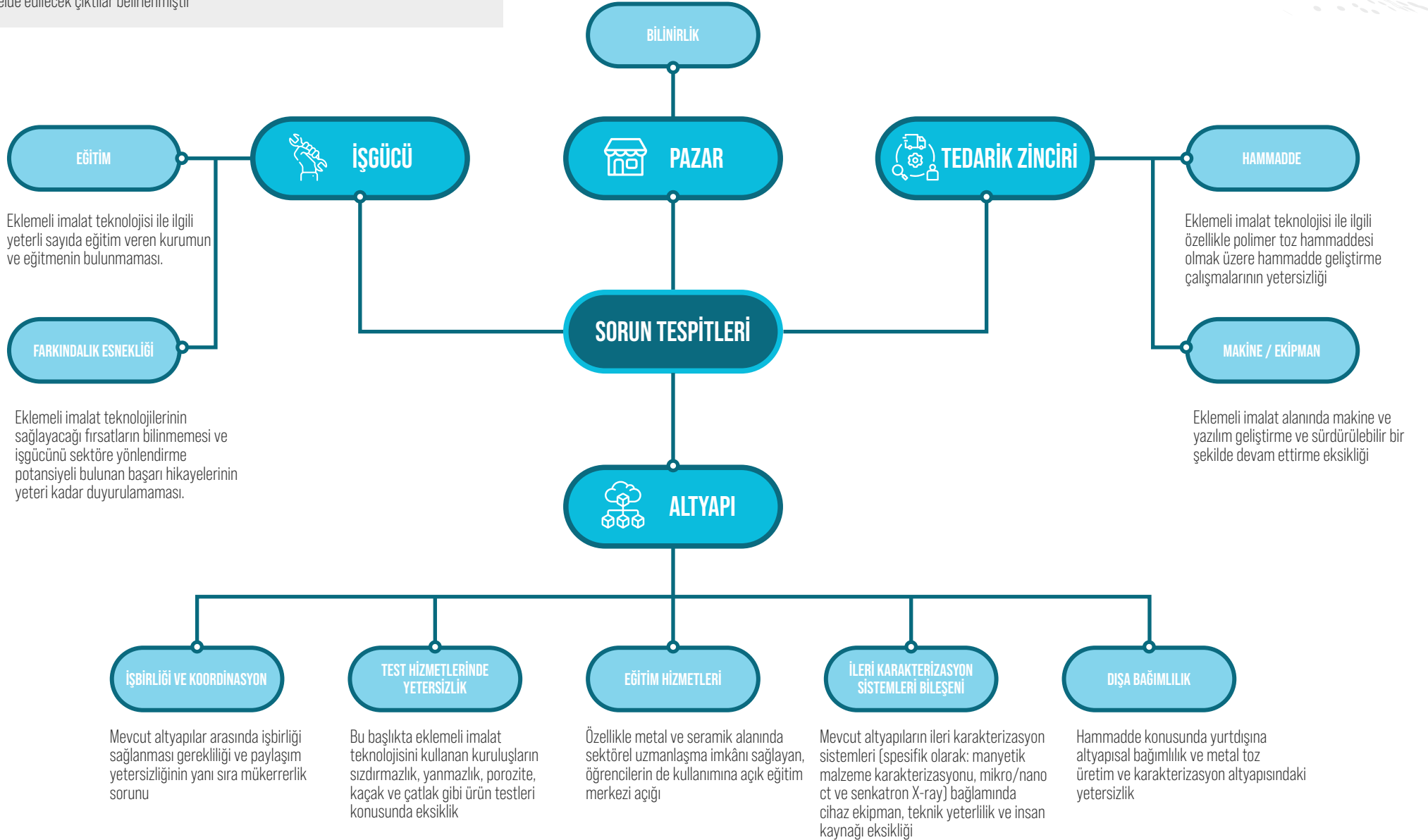
EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİ ÇALIŞTAYI



İSTANBUL EKLEMELİ İMALAT EKOSİSTEMİNDEKİ SORUN ALANLARI

İstanbul'da yer alan eklemeli imalat ekosistem aktörleri ile gerçekleştirilen çalıştay ile eklemeli imalat hususunda bölgesel sorunlar, yapılması gereken çalışmalar ve elde edilecek çıktılar belirlenmiştir

Eklemeli imalat teknolojisinin faydasının ve sunduğu imkanların pazarda bilinmemesi nedeniyle müşteri portföyünün henüz yeterli potansiyele ulaşmamış olması



İSTANBUL EKLEMELİ İMALAT EKOSİSTEMİNİ İLERİYE TAŞIYACAK ÇÖZÜMLER

İşbirliği Faaliyetleri	<ul style="list-style-type: none">· Farkındalık ve tanıtım çalışmalarının artırılması· İşletmeden işletmeye (B2B) etkinliklerin artırılması· Sektörel sivil toplum kuruluşlarının etkinliğinin artırılması· Üniversite-sanayi arasında daha yakın iş birliklerinin geliştirilmesi, kariyer günlerinin güçlendirilmesi· Üniversitelerin ilgili bölümlerinde eğitim gören öğrencilere yönelik farkındalık çalışmaları
Yönetişim İnişyatıflerinin Geliştirilmesi	<ul style="list-style-type: none">· Etkili ve dijitalleşmiş yönetim mekanizmalarının kurulması· Mevcut altyapıların incelenmesi ve haritalandırılmalarının yapılması· Kullanılmayan ya da atıl durumdaki cihazların ihtiyaç sahibi kuruluşlara devredilmesini sağlayacak mekanizmalar kurulması
Eğitim İmkanlarının Artırılması	<ul style="list-style-type: none">· Nitelikli işgücü ihtiyacını karşılayabilmek adına ortak bir eğitim müfredatının oluşturulması· Nitelikli personel ihtiyacını kapatacak şekilde, bir bölümü ücretsiz olarak sunulacak eğitim programlarının tasarlanması· Üniversitelerde öğrencilerin kullanımına yönelik metal, seramik kullanımına yönelik altyapıların oluşturulması· Kurulmuş/kurulacak olan merkezlerde eğitim veren/verecek olan eğitimcilerin eğitilmesi
Araştırma Geliştirme Faaliyetleri ve Veri Eksikliğinin Giderilmesi	<ul style="list-style-type: none">· Katma değeri yüksek metal/polimer tozların belirlenmesi ve pilot üretimlerinin yapılması· Katmanlı imalat makinalarında toz malzemelerin üretim parametrelerinin belirlenmesi· Sektörün ve politika yapıcılarının güncel ve doğru verilere ulaşmasının temin edilmesi· KOBİ'lerin eklemeli imalat kullanımı alanında farkındalıklarının geliştirilmesi
Teşvik Mekanizmalarının Geliştirilmesi ve Merkez Kurulumları	<ul style="list-style-type: none">· Ortak altyapılar geliştirmek üzere uluslararası standartlarda, çok ortaklılığı teşvik eden, büyük ölçekli fonların sağlanması· Ortak altyapıların kurulumunda teknokentlerin etkinliğinin artırılması· Eklemeli imalat akredite ölçüm altyapısının oluşturulması· Polimerlerin ya da metal tozun sürdürülebilirliğinin ve geri dönüşümünün etkinleştirildiği eklemeli imalat malzemeleri odaklı merkezlerin kurulması· Eğitim, uygulama ve sertifikasyon gibi hizmetlerin verileceği merkezlerin kurulması
Mevzuat Geliştirme Faaliyetleri	<ul style="list-style-type: none">· Akreditasyon konusunda mevzuat çalışmalarının yapılması· Üniversiteler, kamu kurumları ve öğrenciler için gerçekleştirilen test hizmetlerine yönelik vergi muafiyeti gibi teşviklerin getirilmesi

ÇÖZÜM ÖNERİLERİNİN UYGULANMASIYLA ELDE EDİLECEK ÇIKTILAR



Kader Yazgan - +90

Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir Koç - ALUTEAM

Serdar Efe - ALUTEAM

Yaşar Akça - ALUTEAM

Davut Başaran - Başaran Teknoloji

Dr. Öğr. Üyesi Burçin Özbay Kısasöz - Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Dilara Birsen - Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Rabia Yeşiltaş - Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Semih Tınmaz - Form Additive

Tankut Taşdelen - Form Additive

Dr. Öğr. Üyesi Uğur Gürol - Gedik Kaynak A.Ş.

Doç. Dr. Savaş Dilibal - Gedik Üniversitesi

Ahmet Şevki Ural - İSO Endüstriyel Tasarım ve Prototipleme Merkezi

Mahmut Kılıçbay - İSO Endüstriyel Tasarım ve Prototipleme Merkezi

Eda Çiğ - İstanbul Sanayi Odası

Doç. Dr. Emrecan Söylemez - İstanbul Teknik Üniversitesi

Demet Toksoy - İstanbul Ticaret Odası

Dr. Öğr. Üyesi Hakan Amasya - İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa

Prof. Dr. Güney Güven Yapıcı - Özyeğin Üniversitesi

Bora Gönül - Sabancı Üniversitesi Tümer

Dilay Serttan - Sabancı Üniversitesi TÜMER

Fatih Uzun - Sabancı Üniversitesi TÜMER

İlayda Erkul - Sabancı Üniversitesi TÜMER

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Safa Yılmaz - Uludağ Üniversitesi

Doç. Dr. Binnur Sağbaşı - Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mihriğül Altan - Yıldız Teknik Üniversitesi

Bu rapor, yalnızca ilgililere genel rehberlik etmesi amacıyla hazırlanmıştır. Raporunda yer alan bilgi ve analizler raporun hazırlandığı zaman diliminde doğru ve güvenilir olduğuna inanılan açık kaynaklar ve bilgiler kullanılarak bilgilendirme amaçlı olarak yazılmıştır. Raporundaki bilgilerin değerlendirilmesi ve kullanılması sorumluluğu ilgili şahıs ve kurumlara aittir. Bu rapordaki bilgilere dayanarak bir eylemde bulunan, eylemde bulunmayan veya karar alan kimselere karşı Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile İstanbul Kalkınma Ajansı sorumlu tutulamaz. Bu raporun tüm hakları İstanbul Kalkınma Ajansına aittir. Raporunda yer alan görseller ile bilgiler telif hakkına tabi olabileceğinden, her ne koşulda olursa olsun, bu rapor hizmet gördüğü çerçevenin dışında kullanılamaz. Bu nedenle; İstanbul Kalkınma Ajansı'nın yazılı onayı olmadan raporun içeriği kısmen veya tamamen kopyalanamaz, elektronik, mekanik veya benzeri bir araçla herhangi bir şekilde basılamaz, çoğaltılamaz, fotokopi veya teksir edilemez, dağıtılamaz, kaynak gösterilmeden iktibas edilemez.



Asmalı Mescit Mahallesi İstiklal Caddesi No: 142 Odakule Kat 6-7-8 34430
Beyoğlu / İstanbul

Tel: 0 (212) 468 34 00 - Faks: 0 (212) 468 34 44

E-Posta: iletisim@istka.org.tr

Kalkınma Ajansı Yayınları Bedelsizdir, Satılmaz.