

Address FOR FUTURE



WP2: Tanımlama ve Analiz

Sonuç 1. Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Eklemeli İmalat Sektörü Stratejik Çerçevesi

WP2 Lideri: Bursa Coşkunöz Eğitim Vakfı (E10043595 - Türkiye)

Bu yayın Address for Future projesi, ERASMUS+ Programı Hibe Sözleşmesi Sözleşme Numarası - [2021-1-TR01-KA220-VET-000034888] için hazırlanmıştır. Erasmus+ Programı kapsamında Avrupa Komisyonu tarafından desteklenmektedir. Burada yer alan içerik yazarların görüşlerini yansıtmaktadır ve bu görüşlerden Avrupa Komisyonu ve Türkiye Ulusal Ajansı sorumlu tutulamaz.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



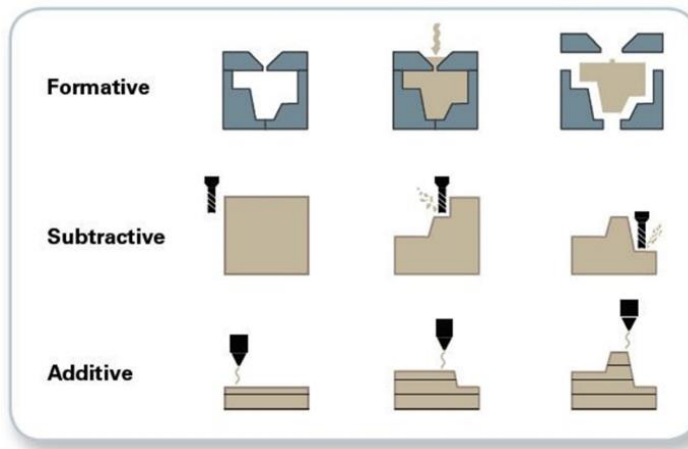
İÇİNDEKİLER

1. Giriş
2. Kapsam
3. Amaçlar
4. Metodoloji
5. Mevcut Durum
 - 5.1. Giriş ve Tarihsel Arka Plan
 - 5.2. Teknoloji
 - 5.3. Pazar
 - 5.4. Endüstriler
 - 5.5. Patent veri analizi
 - 5.6. Eğitim ve Öğretim
 - 5.7. Sınırlamalar ve Teknolojik Engeller
 - 5.8. AM'nin yeşil farkındalığı ve sürdürülebilirliği
6. Eklemeli İmalat Sektörü Stratejik Çerçevesi
 - 6.1. Ülke Listesi ve Genel Bakış
 - 6.2. AB'de Ülke Raporları
 - 6.2.1. Vizyon ve Politika
 - 6.2.2. Eğitim ve Öğretim
 - 6.2.3. Hibeler
 - 6.2.4. AM Business
 - 6.2.5. Projeler ve Patent
 - 6.2.6. AM'deki Zorluklar
 - 6.3. Anket Sonuçları ve Analizler
7. Yaygınlaştırma Faaliyetleri
8. Sonuç

1. GİRİŞ

Ekleme imalat (katmanlı üretim) (AM) onlarca yıldır endüstriyel tasarımcıların, üreticilerin ve sanatçıların dikkatini çekmiştir. Bu yıllar boyunca hakimiyetini prototiplemeden gerçek üretime dönüştürdü.

1950'lerde katman bazlı üretimin faydaları daha ciddi bir şekilde ele alınmaya başlandı. 60'lardan 80'lere uzanan olaylar zinciri, 3D parçalar üretmek için katman katman malzeme eklemeyi kullanan süreçlerin geliştirilmesine zemin hazırladı. Son olarak AM, stereo litografinin icadıyla endüstriyel uygulamalarda kullanılmaya başlandı ve 1984 yılında patenti tescil edildi.

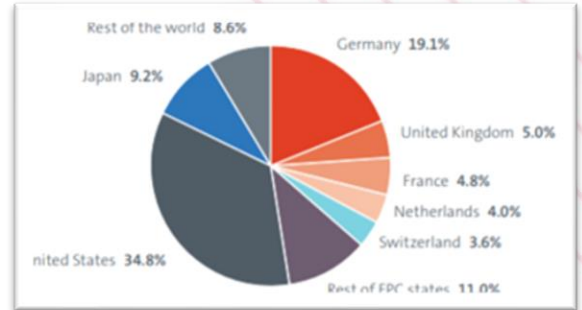
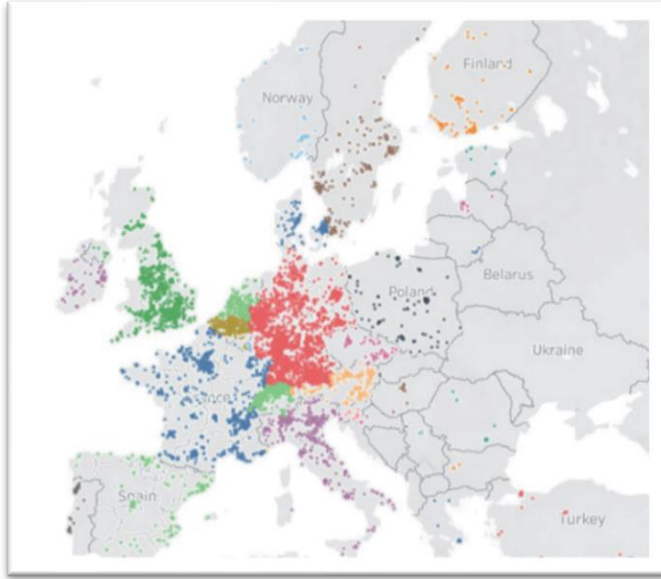


Ekleme imalat (AM), bilgisayar tasarım verilerine (CAD) göre katman üzerine katman malzeme ekleyerek 3D nesneler oluşturma sürecidir. AM'nin endüstriyel kullanımının artmasıyla birlikte, farklı malzemelere sahip birçok yenilikçi AM teknolojisi sektöre sunulmuştur. Endüstriyel uygulamalar başladıktan sonra, AM Dijital Üretim olarak kabul edilmiş ve Endüstri 4.0'daki teknolojik konulardan biri olmuştur.

CAD verilerinin her bir dilimlenmiş katmanına malzeme eklemek için çeşitli farklı teknolojilerin yanı sıra, standardizasyon ve teknik personelin yeniden eğitilmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak ISO ve ASTM, AM konusunda ortak bir standartlar seti oluşturmak için işbirliği yapmaktadır. Hammaddeler, süreçler ve nitelikler konusunda standartların oluşturulması için işbirliği devam etmektedir.

Ekleme imalat aynı zamanda özellikle havacılık, enerji, medikal, savunma ve kalıp gibi kritik sektörlerde üretim kabiliyetlerini artıracak kilit teknolojilerden biridir. Ayrıca, dünya çapındaki mevcut çevresel kriz göz önüne alındığında, ekleme imalat gibi malzeme atığını en aza indiren daha sürdürülebilir teknolojilerin kullanılması gelecekte kaçınılmazdır.

Son on yılda önemli ölçüde artan pazar hacmi nedeniyle ülkeler AM ve ilgili teknolojilerde rekabet etmektedir ve önümüzdeki yıllarda da benzer bir eğilim olacaktır.



Eklemeli imalat patent haritası

AM'nin sanayileşmesi farklı dalgalardan geçti, ancak Dünya Ekonomik Forumu raporuna göre hala yıllık ortalama %20'lik bir büyüme oranını yönetiyor. Bu nedenle, özellikle Amerika, Avrupa ve Asya kıtalarındaki gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin eklemeli imalat alanında büyük yatırımları bulunmaktadır. Elbette bu ülkeler makine, yazılım, hammadde, nitelikli beceriler gibi farklı alanlarda iyi planlanmış stratejilere dayalı olarak AM'ye yatırım yapıyor.

Bunu takiben, AM teknolojisi ile ilgili teknik veya teorik olarak birçok çalışma devam etmektedir. Ayrıca, AM'nin üretimin geleceğinde önemli bir role sahip olma potansiyeli COVID-19 salgını bağlamında bir kez daha vurgulanmıştır.

Bu nedenle, bu teknolojiyi ve işleme yöntemlerini incelemek ve bunları teşvik etmek, iş ve üretimin geleceğine hazır olmak için çok önemlidir.

2. KAPSAM

Bu rapor, ADdress for Future projesinin ilk iş paketinin (WP) sonucudur. Bu iş paketinin raporu, ulusal ve uluslararası düzeyde eklemeli imalat endüstrisinin stratejik çerçevesini tanımlamaktadır. Bu raporda sadece ülkelerin AM konusundaki stratejileri değil, aynı zamanda önümüzdeki yıllarda gerçekleşmesi öngörülen başlıca teknolojik gelişmeleri bir araya getiren uzun vadeli teknolojik ve endüstriyel yol haritası da belirlenmiştir. Bu, AM'de gelecekteki beceri ihtiyacının zamanında belirlenmesini sağlamak ve böylece endüstri ihtiyaç duyduğunda nitelikli bir işgücünün hazır olmasını garanti etmek açısından kritik önem taşımaktadır.

Uzun vadeli stratejiye ilişkin bu perspektifleri sağlamak için ADdress projesi, Uluslararası, Avrupa, Ulusal ve Bölgesel düzeylerde ağları, platformları ve araştırma programlarını kapsayan bir dizi girişimi, kurumu analiz etmiştir. Amaç, ortak olan çalışmaların/alanların/konuların odak noktasını net bir şekilde anlamak ve belirlemek, bunların yeni gelişmeleri nasıl teşvik edebileceğini ve akademisyenlerin, öğrencilerin, çalışanların ve toplumun genelinin teknolojik evrimle birlikte ilerlemesine nasıl olanak sağlayabileceğini belirlemektir.

3. AMAÇ

ADdress For Future projesi, farklı katılımcıların (mühendisler, öğrenciler, akademisyenler, STK'lar, hükümetler) ve iş dünyasının AM konusundaki uzmanlığını ve farkındalığını artırmayı, girişimcileri ortak bir platformda bir araya getirmeyi, dolayısıyla dijital dönüşüme uyumlu, yeşil mutabakat yaklaşımına sahip ve kapsayıcılığı artırılmış bir topluma katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Avrupa endüstrisinde AM teknolojileri alanında rekabet gücünü artırmak ve ilgili ürünleri özelleştirmek için aşağıdaki hedeflerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir:

1. Eklemeli imalatın mevcut üretim ekosistemine entegrasyonunun sağlanması
2. İmalat sanayinin eklemeli imalat teknolojilerine ilişkin farkındalığını ve uygulama düzeyini artırarak teknolojinin yaygınlaştırılması
3. İşbirliği ağlarına ve insan kaynaklarına odaklanarak, politikaları ve iyi uygulamaları paylaşarak eklemeli imalat ekosisteminin ulusal ve uluslararası düzeyde geliştirilmesi
4. Mesleki Eğitim ve Öğretimde Eklemeli İmalat için beceri geliştirme ihtiyaçlarının geliştirilmesi ve farklı seviyelerde eğitime entegrasyon
5. Mühendisler, mavi yakalı çalışanlar, akademisyenler ve NEET (ne eğitimde ne istihdamda olan bireyler) için Eklemeli İmalat alanında yenilikçi eğitim teknolojilerinin oluşturulması
6. Eklemeli İmalat sektöründe girişimciliği teşvik etmek için faaliyet gösteren start-up ve spin-off şirketlerinin desteklenmesi.

Proje süresince ve sonrasında ortaya çıkacak proje sonuçlarını içeren **çıktılar** aşağıdaki gibidir:

1. Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Eklemeli İmalat Sektörü Stratejik Çerçevesi.
2. Eklemeli imalat Müfredatlarının Eğitim Organizasyonlarına Entegrasyonu.
3. Eklemeli İmalat Teknolojileri Beceri Haritası.
4. İşgücü Dönüşüm Programı Araçları ve Platform Tasarımı.
5. Ortak hareket etme, profesyonellerin ve STK'ların kapasitesini artırma, yeni yaklaşımlar oluşturma ve paylaşma becerisine sahip işbirlikleri yoluyla kapasitesi geliştirilmiş ortaklar.
6. Eğitim içeriklerini dijitalleştirmek için yeni beceriler ve üstbilişsel farkındalık kazanmış eğitimci öğretmenler.
7. AM ürünlerinin tasarım ve üretiminde yeşil farkındalık.
8. Akademisyenler ve teknik profesyonellerin dijital dönüşüm konusunda yeni beceriler kazanması.

4. METODOLOJİ

Rapor, devlet kurumlarından sanayi şirketlerine ve şu anda dijital dönüşüm ve eklemeli imalate odaklanan ve aynı zamanda potansiyel kullanıcı olan eğitim veya öğretim kurumlarına kadar tüm bilgileri bir araya getiren kapsamlı bir araştırma sonucunda hazırlanmıştır. Paydaşların belirlenmesi, proje ortaklarının sadece kendi ülkelerinde değil, aynı zamanda görevlendirilen ülkelerde de kapsamlı bir çalışma ile yapılmıştır.

Bu çalışma ile yeni iş modelleri, değer zinciri analizi, pazar hacmi gelişimi, stratejiler, politikalar, finansal destekler, pazara ilişkin eğilimler ve beklentiler analiz edilmektedir. Bu da paydaşlar arasında odaklanılacak konuların ve önceliklerin belirlenmesini mümkün kılmaktadır.

Raporun hazırlanması için yürütülen detaylı faaliyetler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. AM teknolojilerine genel bir bakış sağlayan literatür taraması,
2. Çeşitli AB Kurumları ve özel şirketler tarafından hazırlanan AM raporları üzerine araştırma,
3. Özel dergiler üzerine araştırma,
4. AB destekli projelerin araştırılması,
5. AB ülkeleri için AM stratejilerinin derinlemesine analizi,
6. AB patentlerinin araştırılması.

Google Patent, Web of Science, Science Direct ve Scopus gibi araçlar kullanılmıştır.

Bu detaylı çalışmaların içeriği aşağıdaki ana bölümlerde ifade edilmektedir:

1. Metal AM teknolojilerinde mevcut durum
2. Çeşitli kurumlardan/Şirketlerden Raporlar
3. AM ile ilgilenen AB Kurumlarının Özetleri
4. AM ile ilgilenen Yayınlardan Raporlar
5. AB tarafından finanse edilen projelerden raporlar

Aşağıdaki ana hususlara odaklanılarak ülkelerin analizi yapılmıştır:

1. Ulusal düzeyde vizyon ve politikalar,
2. Hibeler, projeler ve patentler,
3. Üniversiteler, ulusal yetkinlik merkezleri ve diğer kamu kurumlarının eğitim ve öğretim sistemleri,
4. İş ve pazar,
5. Temel zorluklar.

İlgili tüm girişimlerin haritalanması ve güncellenmesi için yukarıdan aşağıya bir yaklaşım kullanılmış, böylece Uluslararası, Avrupa, Ulusal ve Bölgesel düzeylerde Eklemeli İmalat ve ilgili alanlara (örneğin İleri Teknolojiler, endüstri 4.0 / dijitalleşme vb.) yönelik politikalar, platformlar, kümeler, çerçeveler ve birlikler dikkate alınmıştır. Ayrıca, Eklemeli İmalat alanındaki dünya çapındaki en ilgili teknolojik yol haritaları, en umut verici teknolojik değişimleri belirlemek ve aşağıdakileri belirleyebilecek teknolojik eğilimlerin listesini geliştirmek için analiz edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Beceri geliştirme üzerinde doğrudan etkisi olan trendlere odaklanılmıştır.

Bu WP'nin önemli bir aşaması anket çalışmasıdır. Paydaşların AM'ye yönelik ihtiyaçlarını izlemek için kapsamlı bir anket analizi gerçekleştirilmiştir. Anket, ADDRESS for Future proje ortakları tarafından hazırlanmış olup sorular çoktan seçmeli ve açık uçlu olarak hazırlanmıştır. Anket, proje web sayfası (www.addressforfuture.com), sosyal medya, konferans katılımı, birebir temaslar vb. yollarla alıcılara ulaştırılmıştır.

Bu çalışmalar sırasında, ADDRESS projesinin ortakları, projenin yaygınlaştırılması, WP çalışmaları hakkında bilgi toplanması, anket çalışması ve ağ oluşturma çalışmalarının yapıldığı Avrupa çapında AM ile ilgili farklı etkinliklere de katılmaktadır. Anket sonuçları Ek 2'de sunulmuştur:

Katılım sağlanan etkinlikler şunlardır;

- Eklemeli imalat Konferansı, AMC Türkiye 06-08 Ekim 2022
- EPMA Dünya PM 2022 Kongre ve Sergisi, Fransa 09-13 Ekim 2022
- I-AM 2022 Uluslararası Eklemeli imalat Konferansı, Portekiz 19-20 Ekim 2022
- SAHA Expo Savunma ve Havacılık Fuarı, Türkiye 25-28 Ekim 2022

5. MEVCUT DURUM

5.1 Giriş ve Tarihsel Arka Plan

Eklemeli İmalat, malzemelerin art arda eklenmesiyle nesnelerin oluşturulmasıdır. ASTM/ISO 52900 Standardının tanımına göre Eklemeli İmalat, "eksiltici imalat ve biçimlendirici imalat metodolojilerinin aksine, 3D model verilerinden, genellikle katman katman malzemeleri birleştirme işlemidir". Eklemeli İmalat tek bir süreç ya da teknoloji değil, tek bir sürecin içine yerleştirilmiş birden fazla farklı sürecin (yani 'ürünlerin') bir kombinasyonudur.

Aslında doğada, insanlığın varoluşundan önce bile AM kullanılıyor; örneğin eşek arıları kovanlarını inşa ederken ya da deniz tarakları kendi kabuklarını yaparken yöntemin eklemeli bir üretim olduğu görülmektedir.



Yaban arısı kovani (solda), Tarak kabuğu (sağda)

Eklemeli imalatın tarihsel gelişimindeki ilk adımlar 70'li yıllardaki 3D CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) sistemleri olarak düşünülebilir. 80'li yıllarda ABD otomotiv endüstrisinde artırılmış prototipleme süreçlerine ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. 80'lerde ve 90'ların başında aşağıdaki gibi çeşitli "Hızlı Prototipleme" (RP) süreçleri geliştirilmiştir:

- Stereolitografi (SLA, Charles Hall, 1986) - İlk Makine 1987'de satıldı
- Seçici sinterleme (SLS, Deckard, 1989)
- Bileşenlerin eklemeli biriktirme yoluyla imalatı (Vannon D. Pratt ve ark. 1991)
- Üç Boyutlu Nesne Oluşturma Aparatı ve Yöntemi, (FDM, Crump, 1992)
- Üç Boyutlu Baskı Teknikleri (3DP, Emanuel M. Sachs ve ark. 1993)
- Lamine Nesne Üretimi (LOM, Feygin, Sung 1996)



(a) Charles Hall tarafından tasarlanan ilk 3D Yazıcı (b) İlk 3D baskılı parça, 1983 (Kaynak: 3D Systems)

Prototipleme ve Endüstriyel AM arasında ayırım yapmak önemlidir, çünkü her ikisi de Eklemeli İmalat başlığı altında ele alınmasına rağmen bugün itibarıyla farklı yönlerde gelişmektedir. Bir prototipleme süreci, konsept fikirden teslimata kadar her şeyi içerir. Gereksinimler geçici olup hizmet sağlayıcı ve müşteri arasındaki anlaşmayla belirlenir. Öte yandan, endüstriyel bir üretim süreci, tanımlanmış arayüzlere ve belirlenmiş gereksinimlere sahip bir dizi alt süreçten oluşur. Önceden belirlenmiş ürün gereksinimleri ile tutarlılık, öngörülebilirlik, izlenebilirlik ve kalite kontrolü sağlanır.

5.2 Teknoloji

AB ajansı Eurofound (Avrupa Yaşam ve Çalışma Koşullarını İyileştirme Vakfı) 2020 tarihli "Avrupa'da üretimin geleceği" başlıklı Araştırma Raporunda, oyunun kurallarını değiştiren beş teknoloji saymaktadır:

- Gelişmiş Endüstriyel Robotik (AIR)
- Eklemeli imalat (AM)
- Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT)
- Elektrikli Araçlar (EV)
- Endüstriyel Biyoteknoloji (IB)

'Ezber bozan' terimi, ekonomik açıdan önemli bir değişimin, ekonomi genelinde geniş bir uygulama alanı olan temel bir teknoloji etrafında kümelenen yeniliklerin zaman zaman patlamasıyla gerçekleştiğine dair bir inancı yansıtmaktadır.

Bunlardan üçü, AIR, IIoT ve AM, çapraz teknolojilerdir ve neredeyse tüm üretim türlerinde potansiyel uygulamaları vardır.

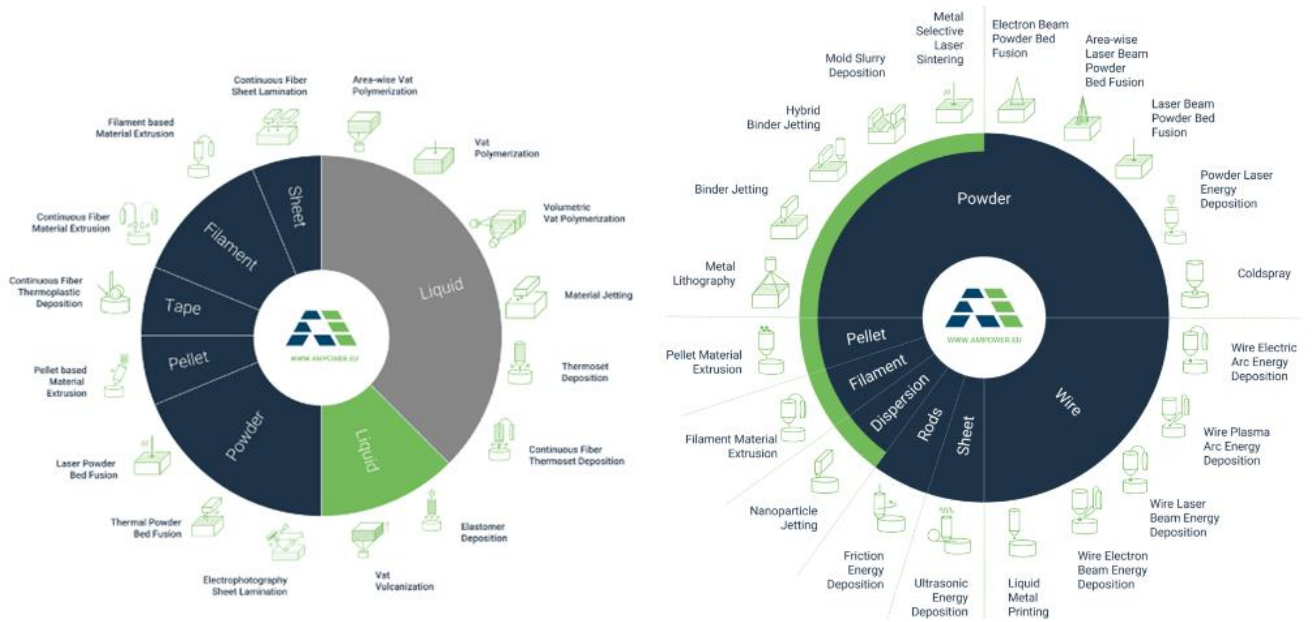
Bu üç teknoloji, tedarik zincirinin bu kısmında potansiyel olarak çok yüksek düzeyde işgücü verimliliğine ve minimum işgücü girdisine yol açabilecek temel üretim sürecini kapsamaktadır. Öte yandan, işgücü verimliliğinde artış potansiyeli, tipik olarak daha düşük verimlilik seviyelerine sahip olan diğer aşamalarda daha fazla olabilir.

R&D	Design	Logistics (inward)	Production	Logistics (outward)	Marketing	Services
		Advanced industrial robotics				
		Industrial internet of things				
Additive manufacturing						

Değer zinciri boyunca oyunun kurallarını değiştiren üç teknolojinin potansiyel uygulaması

Sürdürülebilirlikle ilgili olarak, AM, katman katman ürün oluşturmada sadece doğru miktarda malzeme kullanarak üretim atıklarını önemli ölçüde azaltabilir. Bunun çevresel açıdan önemli faydaları olduğu açıktır ve artan çevresel kaygılar ve ilgili politikalar bağlamında, görüşülen kişilerin birçoğu tarafından Avrupa'da bu teknolojilerin benimsenmesi için potansiyel bir itici güç olarak tanımlanmıştır.

Metaller ve Polimerler AM'de kullanılan ana malzemelerdir. Çeşitli AM metodolojilerindeki son gelişmeler sayesinde, seramikler ve metal matrisli kompozitlerin de AM'de kullanılması mümkündür.

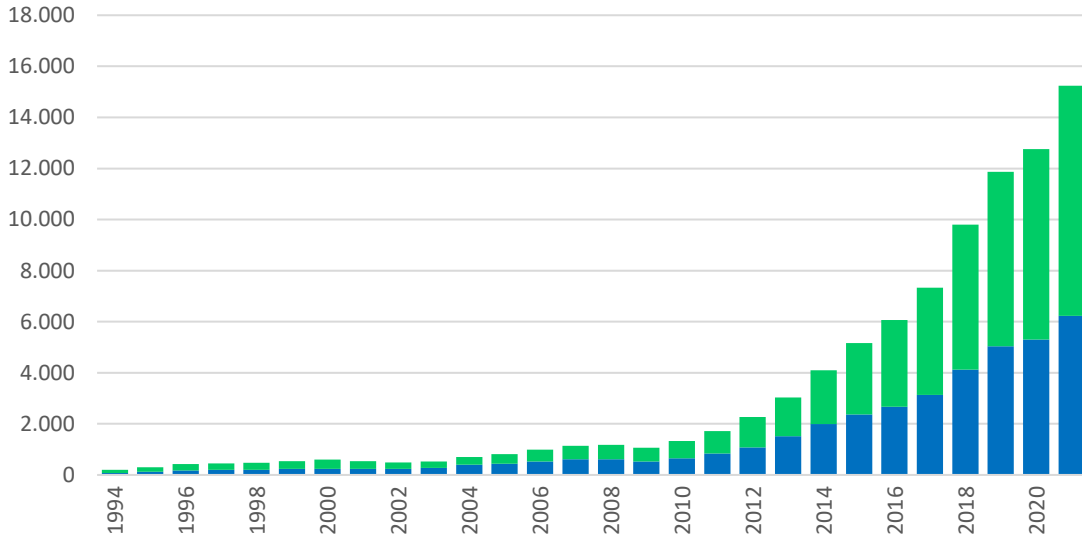


Polimer ve Metal Uygulamaları için AM Teknolojileri (Kaynak: AMPOWER)

5.3 Pazar

Farklı pazar araştırmacıları tarafından AM pazar büyüklüğü için farklı tahminler yapılmaktadır, ancak hepsinin hemfikir olduğu tek şey, AM endüstrisinin büyüme oranının, küresel olarak tüm endüstriyel büyümenin ortalamasının çok ötesinde olduğudur.

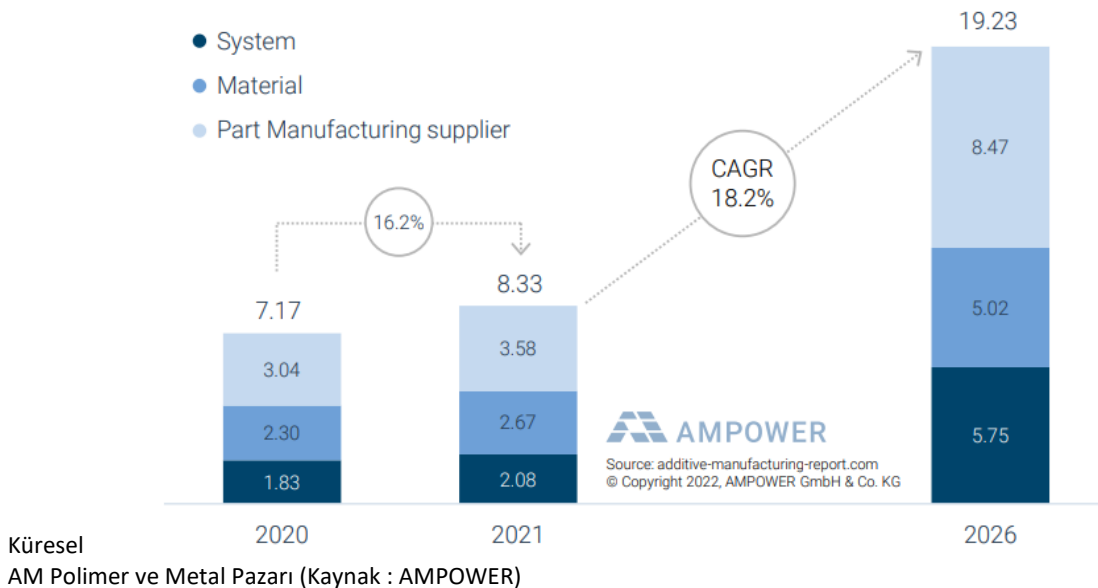
Wohlers Raporu'na göre 2021 yılında, dünya çapındaki tüm AM ürün ve hizmetlerinden oluşan AM endüstrisi %19,5 büyüyerek 15,24 milyar dolara ulaştı.



Wohlers Associates'e göre Dünya Çapında AM Gelirleri (milyon \$ olarak)

Alt mavi segment ürünleri (6,23 Milyar \$), üst yeşil segment ise hizmetleri (9,01 Milyar \$) temsil etmektedir. Ürünler arasında AM sistemleri, malzemeler, yazılım ve lazer gibi ürünler yer almaktadır. Hizmetler, AM sistemlerinde üretilen parçalardan elde edilen gelirleri içermektedir.

Avrupa Pazar Araştırma Şirketi AMPOWER'ın bir başka önemli raporuna göre, 2021 yılında küresel metal ve polimer eklemeli imalat pazar büyüklüğü, sistem, malzeme ve parça imalat tedarikçisi satışları dahil olmak üzere 8,33 milyar Euro olarak değerlendirilmektedir. Polimer AM pazarı toplam hacmin yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır ve bu nedenle metal eşdeğerinden yaklaşık 2,5 kat daha büyüktür.



Her iki pazardaki satış gelirleri benzer düzeyde olsa da, malzeme ve parça üretim tedarikçileri polimerler için çok daha gelişmiştir ve bu da daha büyük bir gelir payına neden olmaktadır. Sadece metal AM pazarı 2021 yılında 2,50 milyar € değerinde olup 2026 yılına kadar %25,5'lik bir YBBO'ya (Bileşik Yıllık Büyüme Oranı) sahip olması beklenirken, polimer pazarının 2021 yılında 5,83 milyar €'dan başlayarak yıllık %14,4 oranında büyüyeceği tahmin edilmektedir.

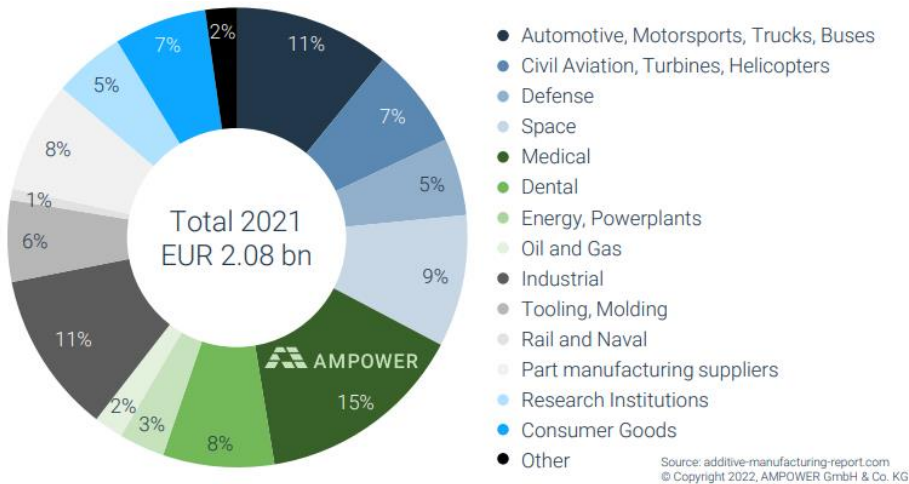
Hem AMPOWER hem de Wohler's önümüzdeki beş yıl içerisinde AM sektöründe %15'in üzerinde bir YBBO öngörmektedir. Bu da, AM için zaten açık olan nitelikli işgücü talebinin, boşluğu doldurmak için ek eğitim ve formasyon hatları inşa edilmediği sürece çok daha ciddi bir durumda olacağı anlamına geliyor.

5.4 Endüstriler

Eklemeli imalat teknolojileri geliştikçe, 3D baskılı parçalar gözle görülür şekilde Araştırma ve Geliştirme alanının dışına ve üretim süreçlerine taşındı. Bu önemli süreçler, üretim dünyasında daha önce ulaşılamayan konseptleri geliştiriyor ve üretiyor.

2021 yılında medikal endüstrisi AM sistem tedarikçilerinin başlıca sektör oldu. 2020 yılında elde edilen toplam sistem satış geliri payının yaklaşık %19'undan sonra, 2021 yılında 302 milyon Euro değerinde makine satın aldılar ve bu da %15'lik bir orana tekabül ediyor. Genel olarak, toplam satışlarda hafif bir düşüş.

2020'de pandeminin başlaması sırasında, sağlık hizmeti ihtiyacını karşılamak için tedarik zinciri sorunlarının üstesinden gelmek adına birçok sistem satın alındı. Buna bir örnek olarak, test kitleri için başlangıçta burun swaplarının bulunmaması ve bunun kısa sürede parçaların basılmasıyla aşılması gösterilebilir. Geleneksel üretim zincirleri talebi karşılayabildiğinde, bu parçaların basılması ihtiyacı ortadan kalkmıştır.



AM Sistem Satış Gelirlerinin Sektörel Dağılımı (Kaynak : AMPOWER)

İkinci büyük sektör grubu Havacılık ve Savunma sektöründen gelmektedir. Havacılık ve uzay şirketleri eklemeli imalatı ilk benimseyenlerden bazılarıdır.

En zorlu endüstri performans standartlarından bazıları bu endüstride mevcuttur ve parçaların zorlu koşullara dayanmasını gerektirir. Ticari ve askeri havacılık platformları için tasarım ve üretim yapan mühendisler, yüksek performanslı malzemelerden yapılmış uçuşa uygun bileşenlere ihtiyaç duyuyor. Her iki sektör de geliştirme ekiplerini ve üretim hatlarını desteklemek için Eklemeli İmalattan giderek daha fazla yararlanıyor.

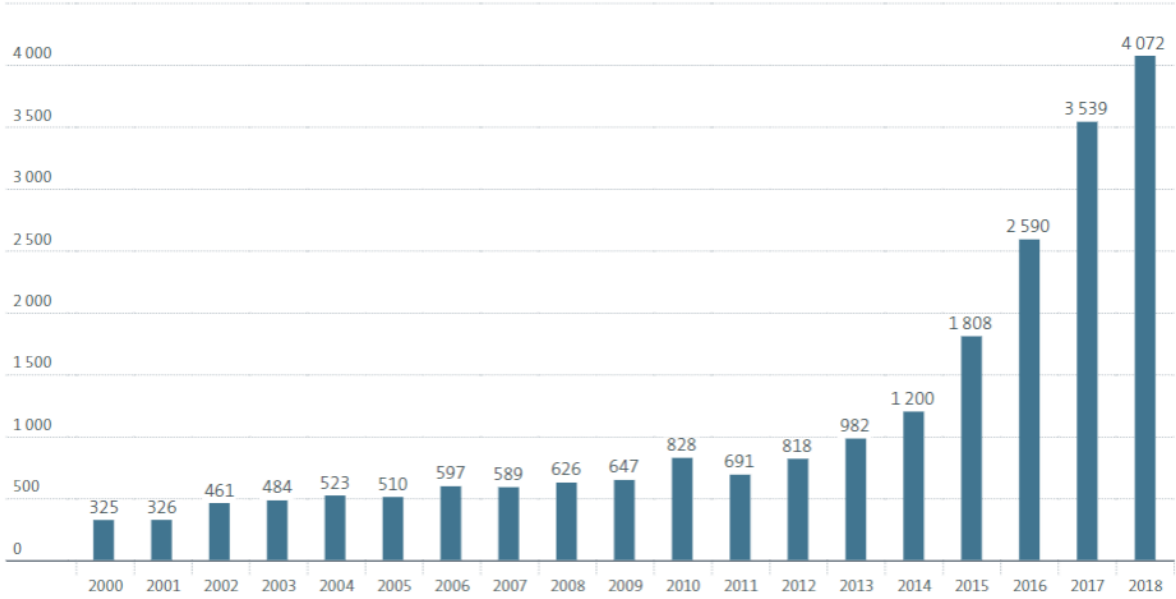
Havacılık ve uzay gibi otomotiv endüstrisi de her zaman daha yeni tasarımlarla yenilik arayışındadır; ürünleri de yüksek hızlara ve zorlu koşullara maruz kalmaktadır. AM, bu koşullara dayanabilecek karmaşık, yüksek kaliteli parçalar geliştirmelerine olanak tanıyarak gelişmiş güvenlik sunar. Hızlı prototipleme, otomobil üreticilerinin suya dayanıklılık ve yüksek sıcaklıklar gibi koşulları test etmelerini sağlayarak araç kalitesini de artırmaktadır. Buna ek olarak, 3D baskı parçaların birleştirilmesine, envanterin azaltılmasına ve onarım veya bakımın tek bir parça ile yapılmasına olanak tanır. AM teknolojileri ayrıca kafes yapıların basılmasına izin verir, böylece otomobil parçaları mümkün olduğunca hafif ve aerodinamik olabilir.

AM'nin enerji sektöründeki başarısı, zorlu koşullara dayanabilen özel, görev açısından kritik bileşenleri hızlı bir şekilde geliştirme becerisine bağlıdır. Eklemeli imalatın verimli, talep üzerine, hafif bileşenler ve çevre dostu malzemeler üretme konusundaki ilerlemeleri, çeşitli gereksinimler ve saha işlevleri için yanıtlar sağlar.

Gaz, petrol ve enerji endüstrilerinde ortaya çıkan bazı önemli uygulamalar arasında rotorlar, statorlar, türbin nozulları, kuyu dibi alet bileşenleri ve modelleri, akışkan/su akış analizi, akış ölçer parçaları, çamur motoru modelleri, basınç göstergesi parçaları, kontrol valfi bileşenleri ve pompa manifoldları yer almaktadır. Su altında veya diğer zorlu ortamlarda çalışması gerekebilecek özelleştirilmiş parçalar için korozyona dayanıklı metal malzemelerin geliştirilmesiyle, büyük enerji şirketlerinin eklemeli imalatla neler başarabileceğini henüz kestirmek zor olduğundan umut vaad etmektedir.

5.5 Patent Veri Analizi

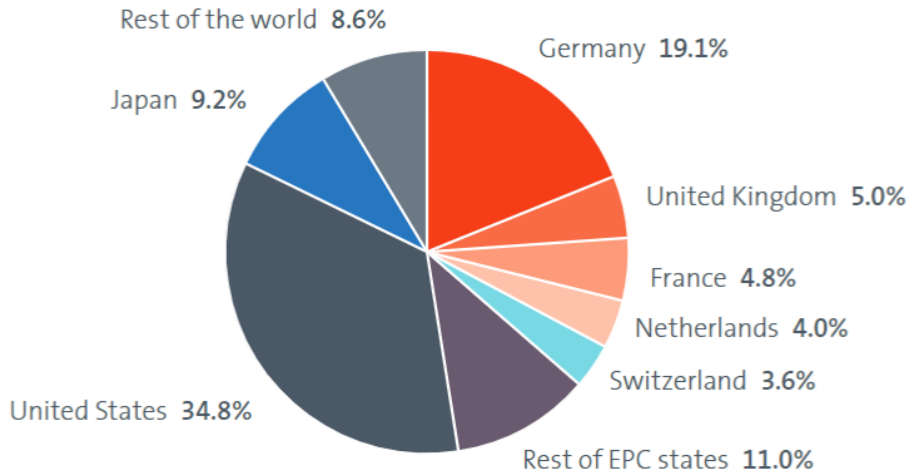
AM alanındaki inovasyon son yıllarda keskin bir ivme kazanmış, sadece 2018 yılında EPO'ya (Avrupa Patent Ofisi) AM ile ilgili buluşlar için 4.000'den fazla patent başvurusu yapılmıştır. 2015-2018 yılları arasında, AM patent başvuruları yıllık ortalama %36 oranında büyümüştür; bu oran aynı dönemde EPO'daki patent başvurularının yıllık ortalama büyümesinden (%3,5) on kat daha hızlıdır. AM teknolojilerinin yeni endüstriyel uygulamaları, AM alanında şimdiye kadar yapılan patent başvurularının en büyük payını oluşturmaktadır (%50). Diğer patent başvuruları makineler ve süreçler (%38), malzemelerde yenilik (%26) ve dijital teknolojilerle (%11) ilgilidir. AM patent başvurularının yaklaşık %23'ü bu farklı teknoloji sektörlerinden iki veya daha fazlasıyla ilgilidir.



Avrupa Patent Ofisi'nde AM teknolojileri alanında patent başvuruları

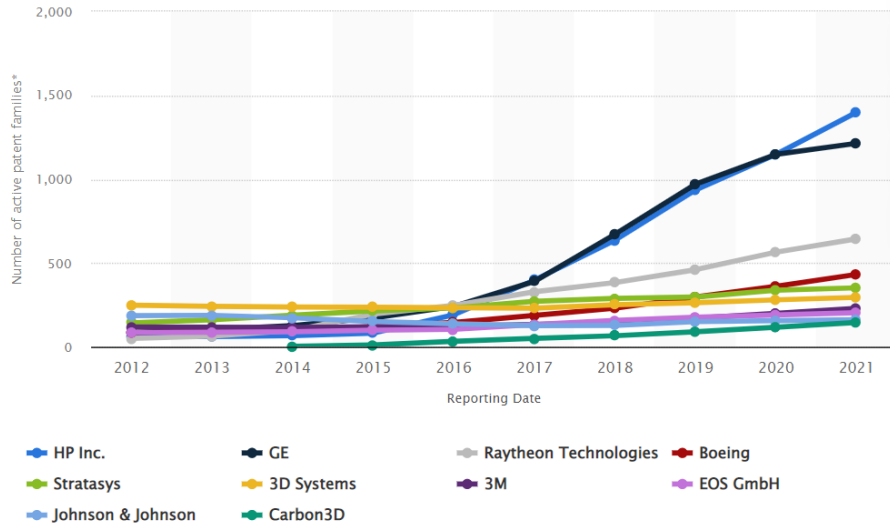
AM teknolojilerinin endüstriyel patent uygulamaları çok çeşitli sektörleri kapsamaktadır. AM'nin tıp ve sağlık sektörlerinde kullanımı 2010 yılından bu yana en fazla patent başvurusunun yapıldığı sektör olurken, bunu enerji ve ulaşım sektörleri takip etmiştir. Bununla birlikte, endüstriyel takımlar, elektronik, inşaat ve tüketim malları ve hatta gıda sektörü gibi alanlarda da AM uygulamalarında hızlı bir büyüme gözlenmektedir.

Coğrafi dağılım açısından, Avrupa ve ABD, 2010 yılından bu yana EPO'ya patent başvurusu yapılan tüm AM buluşlarının %47'si (Avrupa) ve %35'i (ABD) ile AM inovasyonunda güçlü bir liderliğe sahiptir. Avrupa'nın lider konumu büyük ölçüde, AM alanındaki tüm patent başvurularının %19'unu üreten Almanya'nın performansından kaynaklanmaktadır. Avrupa dışında Japonya, AM teknolojileri için önemli bir inovasyon merkeziyken (%9), K. Kore (%1) ve Çin Halk Cumhuriyeti (<%1) nispeten katkılarda bulunmuştur.



AM başvurularının coğrafi kökenleri, 2010-2018 (Kaynak: Avrupa Patent Ofisi)

AM teknolojilerindeki her üç patent başvurusundan ikisi çok büyük şirketler tarafından yapılırken, 1000'den az çalışanı olan şirketler başvuruların %22'sini oluşturmuştur. Bireysel mucitler ve 15'ten az çalışanı olan küçük işletmeler, AM alanındaki patent başvurularının %12'sini oluşturmuştur. Bu küçük şirketler özellikle dijital teknolojiler ve yeni uygulama alanlarında aktiftir. Üniversiteler, hastaneler ve kamu araştırma kuruluşları %11'in üzerinde bir orana sahiptir ve bu oranlar çoğunlukla AM için yeni malzemeler ve uygulama alanlarında yoğunlaşmaktadır.



Eklemeli imalat alanında dünya çapında en büyük patent sahipleri (Kaynak: Statista)

5.6 Eğitim ve Öğretim

AM uygulamaları sürekli gelişmektedir; buna bağlı olarak AM eğitimi ve öğretimi her zaman üstesinden gelinmesi gereken kritik bir konudur. ISO 52900 tarafından, yedi teknoloji AM'deki ana teknolojiler olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bu teknolojilerle birlikte farklı hammaddeler kullanılmaktadır. AM'de sürekli gelişen teknoloji ve hammadde, eğitim ve öğretimin güncellenmesi için başka bir yük oluşturmaktadır. Bu teknolojiye faydalanabilmek için AM sürecinin tüm ürün yaşam döngüsünü anlamak önemlidir. Bu nedenle çeşitli kurumlar; üniversiteler (örneğin MIT, ODTÜ, Gazi Üniversitesi), makine üreticileri (örneğin EOS, Desktop Metal, SLM) hammadde üreticileri (örneğin BASF), hizmet büroları ve ilgili federasyonlar/kuruluşlar (örneğin EWF, ASME) farklı eğitim ve öğretim alternatifleri ile profesyonelleri, öğrencileri ve AM teknolojisine yeni başlayanları desteklemeye çalışmaktadır.

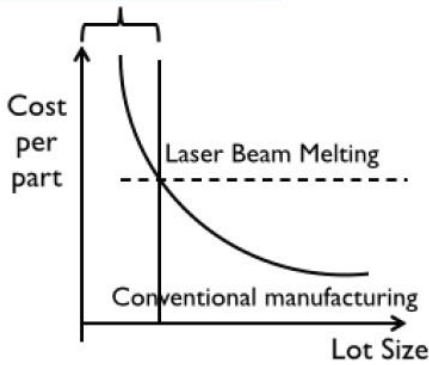
Bu eğitimler, üniversitelerdeki düzenli kurslar ve yukarıda belirtilen kurumlar tarafından düzenlenen teknik eğitimlerdir. Eğitim ve öğretim, çevrimiçi eğitimler, hibrit eğitimler, yüz yüze eğitimler gibi çeşitli ortamlarda sunulmaktadır. SAM, 3DPrism, E3D+, CCLAIM, ADMIRE gibi AM alanında eğitim, öğretim ve becerileri geliştirmek için çeşitli projeler gerçekleştirilmiştir. AM için çeşitli teknolojiler ve hammaddeler bulunduğu için eğitimlerin önündeki temel engel uygulama tarafındadır. Teorik ve pratik eğitim ve öğretim için yenilikçi çözümler üretmek ve bu eğitim ve öğretimi endüstriye yaymak önemlidir.

5.7 Sınırlamalar ve Teknolojik Engeller

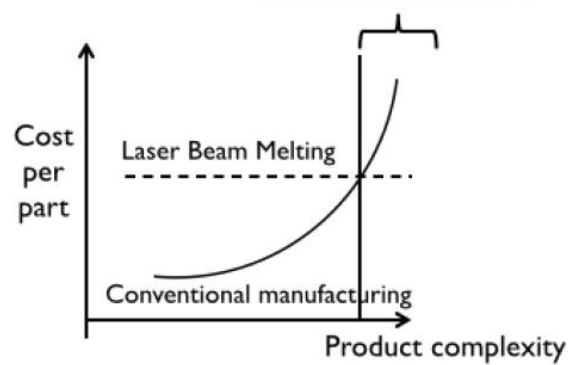
AM teknolojilerinden tam olarak yararlanmadan önce farkında olunması gereken bazı sınırlamalar vardır. En önemli teknolojik engeller, özellikle Toz Yatağı Füzyonu (PBF) gibi ışın tabanlı teknolojiler için aşağıda listelenmiştir.

1. **Parça boyutu:** PBF için parça boyutu 250 x 250 x 250 mm gibi toz yatağı boyutuyla sınırlıdır. DED işlemlerinde parça boyutları daha büyük olabilir. Ancak, toz katmanlarının kalınlığının düşük olması nedeniyle, uzun veya çok büyük parçalar oluşturmak çok yavaş ve maliyetli olabilir.
2. **Parça tasarımı:** PBF için, çıkıntı açısı 45°'nin altında olduğunda çıkarılabilir destek yapılarına ihtiyaç duyulur.
3. **Üretim serileri:** AM süreçleri genellikle üniter veya küçük seriler için uygundur ve seri üretimle ilgili değildir. Üretkenliği ve daha büyük serilerin üretimini artırmak için ilerleme kaydedilmektedir. Küçük boyutlu parçalar için, 25.000 parça/yıla kadar olan seriler.

Individualization for free



Complexity for free



AM, geleneksel üretime kıyasla parça özelleştirmesine ve tasarım karmaşıklığının artmasına maliyetsiz olarak olanak tanır (Fraunhofer'in izniyle)

4. **Malzeme seçimi:** Birçok alaşım mevcut olsa da, kaynaklanamayan metaller eklemeli imalat ile işlenemez ve kaynaklanması zor alaşımlar özel yaklaşımlar gerektirir.
5. **Parça özellikleri:** AM parçaları Z ekseninde (yapı yönü) anizotropi gösterme eğilimindedir. 99,9'luk yoğunluklara ulaşılabilir, bazı kalıntı iç gözenekler olabilir. Mekanik özellikler döküm parçalardan daha üstündür ancak dövme parçalardan daha düşüktür.

Bu engellerin şiddeti Doğrudan Enerji Biriktirme (DED) Bağlayıcı Püskürtme gibi diğer AM teknolojilerinde farklılık gösterebilir, ancak liste bu AM yöntemleri için de aşağı yukarı aynı olacaktır.

5.8 Yeşil Farkındalık ve AM'nin Sürdürülebilirliği

Eklemeli imalat başlangıçta "yeşil" bir teknoloji olarak tasarlanmamıştı. İlk AM makinesi 1986 yılında ticarileştirildiğinde, amaç CO2 emisyonlarını azaltmaya yönelik bir üretim çözümü değil, eksiltici tekniklerle mümkün olmayan parçalar ve geometriler oluşturmaktır. Bunu takip eden otuz beş yıl içinde AM hızlı bir gelişme ve ilerleme kaydetti. Emisyonlar elbette henüz optimize

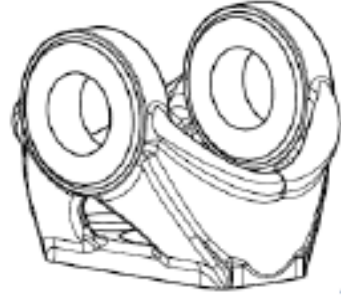
edilmemiştir, ancak kapsamlı yaşam döngüsü değerlendirmeleri (LCA'lar) olmaksızın bile bu hedefe yönelik ilk adımlar önceliklendirilebilir. Katmanlı üretim (AM) için spesifik enerji ve emisyon katkıları, AM malzeme üretimi ve AM parça üretiminde görülürken, AM'nin faydaları ürünün kullanım aşamasında da görülebilmektedir.

		Raw materials production	AM materials manufacturing	Product manufacturing without post-processing
Energy demand	AM	M Metal AM: L-PBF Ingot production 100–400	AM powder atomization 10–30	AM printing process 50–100
	Conventional	M Aluminum die-casting Ingot production 50–100		Die-casting <10
		M Titanium aerospace part (machined) Ingot alloy production 300–400		Machining <10
		M Turbine blade production Ingot alloy production 50–100		Casting and machining <20
	AM	P Polymer AM Polymer synthesis and granule production <50	AM mat. conversion to powder, filament or resin <10	AM printing process 10–20
	Conventional	P Injection molding Polymer synthesis and granule production <50		Injection molding incl. heating, conveying, mixing, molding, ejection <5

Her üretim adımında enerji talebi karşılaştırması [kWh/kg] (Kaynak: Roland Berger)

Neredeyse tüm AM teknolojileri, halihazırda ek bir işlem adımından geçmiş malzemeler gerektirir. Örneğin, AM polimer malzeme sınıfları - polimer tozları, filamentler ve reçineler - daha önce termal veya kimyasal olarak dönüştürülmüştür, bu da enerji gerektirir ve bu nedenle CO2 emisyonları açısından negative etki barındırır. Benzer şekilde, metal tozları ve teller gibi metal AM malzemeleri de önce parçacık şeklindeki tozlara atomize edilmeli veya teller halinde çekilmelidir. Özellikle tozların gaz atomizasyonu, malzeme bir AM makinesinde kullanılmadan önce büyük miktarda enerji tüketir.

Metal külçeler eritilir ve belirli bir parçacık boyutunda küresel tozlar oluşturmak için sıcak, yüksek hızlı bir inert gaz akışı ile dağıtılır. Bu parçacıkların daha sonra optimum parçacık boyutu dağılımını korumak için elenmesi gerekir - bu süreçte büyük miktarlarda hurda toz üretilir. Dahası, eklemeli imalat uzun işlem süreleri gerektirir, normalde polimerler için birkaç saat aralığındadır, ancak metal toz yatağı füzyon parçaları bir haftaya kadar sürebilir. İşleme ayrıca inert bir gaz atmosferi, yapı odasını ısıtmak için elektrik ve baskı sırasında makinenin çalışmasını gerektirir. Proses gazları gaz ayrıştırma yoluyla elde edilir ki bu da oldukça enerji yoğunudur. Buna ek olarak, AM üretimini her zaman AM parçasının çevresel ayak izini daha da büyüten bir veya daha fazla işlem sonrası adım takip eder.



Geleneksel Tasarım vs %47 ağırlık azaltımı ile AM için optimize edilmiş tasarım

Sonuç olarak, AM parçalarının işlenmesi, üretim zincirinin her bir işlem adımında 1 kg malzeme karşılaştırıldığında bir enerji dezavantajı ortaya çıkarmaktadır.

Ancak titanyum havacılık ve uzay braketleri örneğinde bu oran değişmektedir.

Bu parça, frezeleme işlemlerine kıyasla sınırlı atık malzeme sayesinde AM'nin ihtiyaç duyduğu malzemedeki azalmanın, tasarım optimize edilmeden önce bile enerji yoğun AM malzemesi ve AM üretim adımlarını telafi etmekten daha fazlasını yaptığını göstermektedir. Parçalar daha sonra, mekanik özellikleri garanti etmek ve parçaların işlevselliğini sağlamak için katı malzemeleri yalnızca en çok ihtiyaç duyulan yerlere yerleştirilerek ağırlığı azaltan daha karmaşık tasarımları kabul ederek optimize edilebilir.

Topoloji optimizasyonunun yanı sıra, havacılık ve uzay endüstrisindeki bir diğer kritik terminoloji de "Satın Alma-Uçuş Oranı"dır.

Bu terim, bir imalat sürecinde ne kadar malzemenin israf edildiğini açıklar; basitçe oran, hammaddenin ağırlığının nihai bileşenin ağırlığına bölünmesidir. Frezeleme gibi geleneksel metal imalatında bu oran genellikle 10'un üzerindedir, yani malzemenin %90'ı işlenmeli ve hurda oluşturulmalıdır. AM ile paradigma değişir, işleme süreleri ve hurda oranı iyileştirilebilir ve bu da sürdürülebilirliği destekler.

Dahası, AM karmaşıklığı basitliğe dönüştürür; birkaç bileşenden oluşan bir nihai ürün tek bir nihai ürün olarak üretilir. Bunun birkaç örneği mevcuttur; GE, orta şasi yapısı CT-7'yi AM için yeniden tasarlayarak 300 bileşeni 1'e ve 7 montaj sürecini 1'e indirmiştir. Ürün yaşam döngüleri incelendiğinde, AM'nin sürdürülebilirlik üzerindeki faydası açıkça ortaya çıkmaktadır.

Havacılık ve Uzay endüstrisinde, üretimde ortaya çıkan hurda malzeme miktarı, parçayı üretmek için kullanılan hammadde ağırlığının nihai parçanın ağırlığına oranı olarak tanımlanan satın alma-uçuş oranı kullanılarak ifade edilir. Uçak yapısal parçaları için tipik satın alma-uçuş oranının 20:1 olduğu bildirilmektedir; bu da bir uçakta uçurulan her bir kilogram malzeme için üretim sürecinde 19 kilogram hurdaya çıkarıldığı ve üretilen her uçaktan tonlarca hurda malzeme çıktığı anlamına gelmektedir.

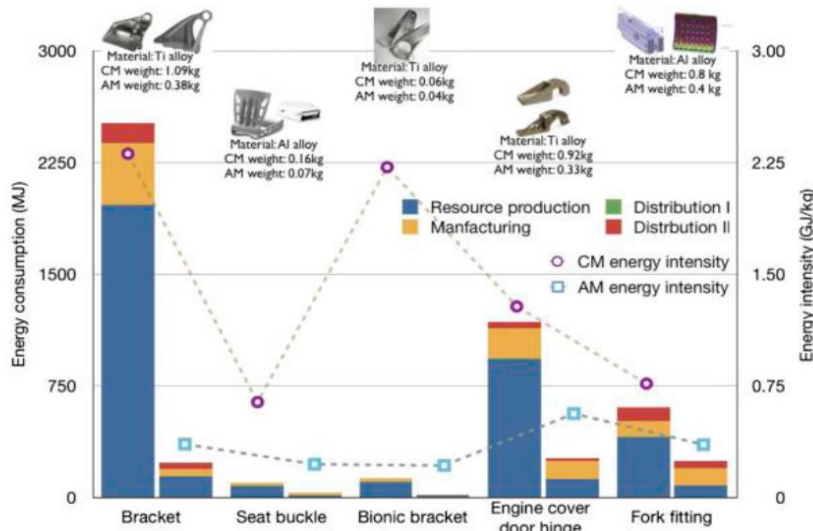
Elbette hurda malzeme geri dönüştürülebilir, ancak değeri düşüktür ve havacılık ve uzay uygulamaları için kullanılamaz. Blok malzemeden talaşlı imalatın bir diğer sorunu, blok veya dövme malzemelerin tedarik edilmesinin uzun süre almasıdır; bu süreç bazı durumlarda bir yıldan fazla sürebilir.

AM süreçleri ürün tasarımında yüksek derecede serbestlik sağlar ve önemli ölçüde ağırlık azaltımı ile sonuçlanır, bu da yaşam döngüsü enerji talebinde önemli bir azalmaya yol açar. Aşağıdaki resim, geleneksel işleme ve EBM süreci için bir uçak braketi tasarımı örneğini göstermektedir.



Tasarımın geleneksel işleme için satın alma/uçuş oranı 8:1'dir.

Geleneksel üretim süreçlerinde hammadde büyük ölçüde talaşlara dönüştürülür. Yaşam döngüsü boyunca malzeme ve enerji kullanımı göz önüne alındığında, tasarım optimizasyonu ile eklemeli imalat (AM) enerji tüketimini azaltabilir. Eklemeli imalat süreci rotası oldukça farklıdır. Satın alma-uçuş oranı sadece 1,5'tir. Bu nedenle, eklemeli imalat çok daha düşük malzeme tüketimine sahiptir. Aşağıdaki resim, eklemeli ve eksiltmeli süreç rotaları arasındaki yaşam döngüsü boyunca enerji tüketimini karşılaştırmaktadır. Tasarımın optimize edilmesiyle, eklemeli imalatla üretilen parçanın kütlesi önemli ölçüde azaltılabilir.



6. EKLEMELİ İMALAT SEKTÖRÜ STRATEJİK ÇERÇEVESİ

6.1 Ülke Listesi ve Genel Bakış

Bu rapor, aşağıda listelenen 34 AB ülkesinin AM stratejilerini özetlemektedir. Rapor, mevcut durumun ana hatlarını, ihtiyaç analizini ve bu ülkelerdeki AM'ye genel bakışı incelemektedir.

AM ile ilgili devlet, kurum ve özel sektör analizleri ve teknik raporlar detaylı bir şekilde incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu ülkelerin AM stratejileri politika, eğitim, hibeler, projeler, iş ve zorluklar temelinde ele alınarak sunulmuştur.

İncelenen ülkelerin listesi;

1. Arnavutluk	12. Almanya	23. Malta
2. Avusturya	13. Yunanistan	24. Karadağ
3. Belçika	14. Hollanda	25. Kuzey Makedonya
4. Bosna Hersek	15. Macaristan	26. Polonya
5. Bulgaristan	16. İzlanda	27. Portekiz
6. Hırvatistan	17. İrlanda	28. Romanya
7. Çek Cumhuriyeti	18. İtalya	29. Sırbistan
8. Danimarka	19. Kosova	30. Slovakya
9. Estonya	20. Letonya	31. Slovenya
10. Finlandiya	21. Litvanya	32. İspanya
11. Fransa GCA	22. Lüksemburg	33. İsveç
		34. Türkiye

6.2 AB'de Ülke Raporları

Rapor, halihazırda Eklemeli İmalat kullanan ve aynı zamanda potansiyel kullanıcı olan şirketlerden ve eğitim veya öğretim kurumlarından gelen tüm bilgileri bir araya getirerek kapsamlı bir araştırma sonucunda hazırlanmıştır. Rapor başlıkları altında tüm ülkeler incelenmiştir. Araştırmada bazı ülkeler için büyük ölçekli çalışmalara ve ülke stratejilerine rastlanamamıştır; bu durum çabaların olmadığını değil, daha ziyade AM konusunda büyük ölçekli bir strateji veya çalışma için kaynakların kolayca bulunamadığını göstermektedir. İlgili raporlar ve makaleler Ek 1: Eklemeli İmalat Hakkında Raporlar ve Makaleler olarak sunulmuştur.

6.2.1 Vizyon ve Politika

ARNAVUTLUK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

AVUSTURYA

Additive Manufacturing Austria (AM Austria) kendisini Avusturya'daki eklemeli imalat ortamını desteklemek ve ağ oluşturmak için bir teknoloji platformu olarak görüyor. Teknoloji platformu, 23 Şubat 2018 tarihinde Viyana'daki BMVIT'de (İklim Eylemi ve Enerji Bakanlığı) faaliyetlerine resmen başladı ve halihazırda ilk yılında 60 kuruluşu üye olarak kazanmıştır. 2018 yılı boyunca, "Avusturya'da Eklemeli imalat" konusunda kapsamlı ve kurumlar arası bir Avusturya yol haritası geliştirmeyi amaçlayan "Avusturya Eklemeli imalat Yol Haritası" strateji projesi üzerinde yoğun bir çalışma yürütülmüştür. Yol haritası BMVIT tarafından görevlendirilmiş ve AM Austria'nın katılımıyla Monta Universitt Leoben, ASMET ve AIT tarafından ortaklaşa yürütülmüştür.

BELÇİKA

AM endüstrisi Belçika'da hızla büyümekte ve medikal ve otomotiv alanlarında geleceğın imalat endüstrisi için giderek daha önemli bir dayanak haline gelmektedir. Ayrıca Belçika hükümeti tarafından topluluklar ve üç bölgesi olan Flanders, Wallonia ve Brüksel aracılığıyla ulusal veya bölgesel bazda resmi olarak desteklenmektedir.

BOSNA HERSEK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

BULGARİSTAN

Bulgaristan'da ulusal düzeyde AM'den Dijital Bulgaristan Ulusal Programı 2025 ve "Bulgaristan'ın dördüncü sanayi devrimine (Endüstri 4.0) katılımı için Strateji"de endüstriyel strateji ve toplumun, ekonominin ve endüstriyel üretimin gelişiminde kilit rol oynayacak yeni bir teknolojik çözüm olarak bahsedilmektedir. Bununla birlikte, AM'nin geliştirilmesi için özel bir plan bulunmamaktadır.

HRVATİSTAN

AB İyileşme Planı (EU Recovery Plan), İleri Teknolojilere yapılan yatırımlar başlığında yer verilmektedir. Bu plan, tüm Avrupa Birliğı Üye Devletlerinin ekonomik olarak iyileştirilmesini amaçlamaktadır. Bunun için her ülke, orta ve uzun vadede araştırma ve inovasyona yönelik yatırım ve reformların planlandığı kendi Ulusal Toparlanma ve Dayanıklılık Planını hazırlamıştır.

Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi (S3)

"Akıllı uzmanlaşma" kavramı, yenilikçiliğı, rekabetçiliğı ve sürdürülebilir büyümeyi geliştirmeye yönelik Avrupa Birliğı politika çerçevesinin merkezi bir parçasıdır. Akıllı uzmanlaşma stratejileri, araştırma ve inovasyon güçlerini iş ihtiyaçlarıyla eşleştirerek ve geliştirerek rekabet avantajları oluşturmak için öncelikler belirleyen ulusal veya bölgesel inovasyon stratejileridir.

S3, tematik (araştırmanın güçlendirilmesi, teknolojik gelişme ve yenilikçilik) ve alt tematik öncelik alanlarını (TPA'lar ve STPA'lar) belirleyerek politika müdahalelerini önceliklendirmek için yeni bir sektörel yaklaşım getirmiştir. Resmi S3 belgesi, AB mali perspektifinin başlangıcına göre daha geç kabul edilmiştir. Bu da Avrupa Yapısal ve Yatırım Fonlarının (ESIF) araştırma, geliştirme ve

yenilikçilik için kullanılmasını geciktirmiştir (yaklaşık 6.74 milyar HRK). S3, uygun sektörel yönetim organlarının oluşturulmasında gecikmeler yaşanmıştır. Ancak, Hırvatistan'da Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi'nin (S3) benimsenmesi, Hırvatistan S3 sonuçlarını çerçeveleyen raporda belirtildiği gibi, ulusal inovasyon politikası sisteminin geliştirilmesinde bir dönüm noktası olmuştur. Son on yıllarda, mimarlık ve mühendislik kendi dijital devrimlerini yaşamıştır; şimdi ise katkı maddeli üretim (AM), üretim operasyonlarına dijital esneklik ve verimlilik kazandırabilir.

ÇEK CUMHURİYETİ

Ulusal düzeyde Çek Cumhuriyeti, aralarında AM'nin de bulunduğu geniş bir teknoloji alanı yelpazesi aracılığıyla çeşitli pazar alanlarını (madencilik, inşaat, imalat (gıda ürünleri, tekstil, kimyasallar, temel ve fabrikasyon metal ürünler, elektrikli ve optik ekipman, makine, elektrikli ekipman), eğitim ve sağlık) kapsayan 5 Dijital İnovasyon Merkezine (4'ü tamamen faaliyette ve 1'i hazırlık aşamasında) sahiptir.

DANİMARKA

Ürün geliştirme için 3D baskıyı fiilen kullanan Danimarka'da elektronik, plastik, cam ve beton endüstrisinin yanı sıra elektronik aletler üreten şirketlerde bulunuyor. 3D baskı teknolojisini kullanmayan şirketlerin yüzde 80'inin büyük bir kısmı AM için uygun süreçlere sahiptir. Genel olarak bu, Danimarka imalat sanayinde prototip yapmak ve ürünleri geliştirmek için teknolojiyi kullanma konusunda önemli bir potansiyel olduğu anlamına gelmektedir.

Danimarka'da son zamanlarda daha fazla şirket AM teknolojisini benimsiyor olsa da, AM teknolojisinin imalat şirketlerinde pratik olarak nasıl kullanılabileceği ve teknolojinin daha sürdürülebilir üretim için nasıl bir potansiyele sahip olduğu konusunda bilginin yayılmasına hala ihtiyaç var. Danimarka AM Raporu 2022'ye göre, AM teknolojisinin uygulanmasının önündeki en yaygın engel, şirketlerin bu teknolojinin kendi iş kollarıyla ilgili olduğunu görememesidir.

ESTONYA

Estonya'da Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir. Tallinn Teknoloji Üniversitesi'nden Marek Jõelet ve Lauri Kollo tarafından 2016 yılında NATO AVT-258 Askeri Donanım için Eklemeli İmalat Konferansı'nda sunulan "Estonya'da Eklemeli İmalatın Tanıtımı" başlıklı araştırma makalesine göre, "Eklemeli imalat Estonya endüstrisinde parça üretimi için yeni bir teknolojidir ve ancak yakın zamanda kullanılabilir hale gelmiştir." beyanı bulunmaktadır.

FİNLANDİYA

Finli şirketler hala AM entegrasyonu için sistematik olarak olasılıkları haritalama sürecindedir ve AM kullanarak nihai üretimi uygulama fırsatına sahiptir. Bununla birlikte, mevcut üretim sistemleriyle AM entegrasyonunu teşvik etmek ve Fin şirketlerine son teknoloji bir test platformu sağlamak için üst düzey endüstriyel ve araştırma ekipmanlarına yatırım yapma ihtiyacı vardır. Finlandiyalı şirketlerin ortak hedefi, üretim operasyonlarını ve tedarik zincirini dijitalleştirirken mümkün olan her durumda AM'nin bir üretim çözümü olarak avantajlarından yararlanmaktır.

FRANSA

AM'nin geleceği Fransa'da umut vericidir ve havacılık ve otomotiv alanlarında geleceğin imalat endüstrisi için giderek daha önemli bir dayanak haline gelmektedir. Fransız hükümeti tarafından

Çalışma, Eğitim ve Endüstriyel Kalkınma bakanlıkları tarafından departmanlar ve bölgeler aracılığıyla ulusal veya bölgesel bazda resmi olarak desteklenmektedir.

Şu anda, çeşitli girişimler tarafından teşvik edilen ana akım üretim teknolojisi olarak AM'nin sağlayabileceği faydaları gösteren artan sayıda kullanım örneği ve deneme çalışması bulunmaktadır. Ayrıca malzeme, teknoloji, işlem sonrası, ICT ve kalite değerlendirme alanlarında, Fransa'daki mevcut AM zorlukları ve endüstriyel ihtiyaçlarla başa çıkmak için önümüzdeki yıllarda yenilikler getirecek çeşitli teknolojik eğilimler de vardır.

GKRY (KIBRIS RUM YÖNETİMİ)

Kıbrıs Rum Yönetimi, 1.2 milyon nüfuslu Güney Kıbrıs'ın resmi hükümetidir. Ana geliri turizm ve tarımdır. GKRY'nin AB üyeliğine kabul edildiği tarih olan 2004'ten sonra kurulan ve eklemeli imalat üzerine çalışan bir üniversite bulunmaktadır.

ALMANYA

Almanya, AB'deki en büyük eklemeli imalat (AM) pazarıdır ve ABD'li şirketler için önemli iş fırsatları sunmaktadır.

Pandemi sırasında eklemeli imalatın (AM) kullanılması, küresel endüstriye bu yeni teknolojinin yeteneklerini gösterdi. İki yıl öncesine kadar Alman firmaları AM'yi çoğunlukla prototipleme ve kavram kanıtı (PoC) uygulamaları için kullanıyordu. 2019 yılında ise AM kullanımı yaygınlaşmaya başladı. Bugün Alman firmaları, AM ekipmanında yedek parçalar, benzersiz tek ürünler veya küçük partiler halinde özel ürünler basıyor. Pandemi, daha fazla Alman firmasının, bozulan tedarik zincirlerinin boşluğunu doldururken AM kullanımının ne kadar faydalı olduğunu fark etmesini sağladı. Ayrıca AM'nin geleneksel üretim yöntemlerine ek bir teknoloji olarak kullanılabileceğini de gösterdi.

YUNANİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

HOLLANDA

AB İyileşme Planı ile ilgili İleri Teknolojilere yapılan yatırımlar:

Pandeminin neden olduğu benzeri görülmemiş bir krizin ardından Hollanda'nın toparlanma ve dayanıklılık planı, güçlü bir toparlanmayı teşvik etme ve Hollanda'yı geleceğe hazır hale getirme ihtiyacına yanıt veriyor. Plandaki reformlar ve yatırımlar, Hollanda'nın daha sürdürülebilir, dayanıklı, yeşil ve dijital geçişin zorlukları ve fırsatları için daha hazırlıklı olmasına yardımcı olacaktır. Reformlar kalıcı ve sürdürülebilir büyümenin önündeki darboğazları ele alırken, yatırımlar daha sürdürülebilir, düşük karbonlu ve iklimle dirençli bir ekonomiye geçişi hızlandırmayı, dijital dönüşümün faydalarını en üst düzeye çıkarmayı ve ekonomik ve sosyal dayanıklılığı ve Tek Pazarın uyumunu güçlendirmeyi hedeflemektedir. "Plan 4.7 milyar Avro içermekte olup, bunun %48'i iklim hedeflerini destekleyecek ve %26'sı dijital geçişi desteklemeye ayrılacaktır."

Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi (S3)

Akıllı uzmanlaşma stratejisi (S3), belirli bir bölgede inovasyon yatırımları için doğrulanmış bir önceliklendirmedir. Bu strateji, bölge içindeki ekonomik, inovasyon ve bilgi ilerlemeleri için güçlü yönleri ve fırsatları açıklığa kavuşturur.

RS3, girişimcilik faaliyetleri ile mevcut altyapı arasındaki ilişkiyi kurmakta ve kritik kısmın Bölge'de nerede bulunduğu işaret etmektedir.

RIS3, 2021-2027 döneminde Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu'ndan (ERDF) yararlanmak isteyen tüm Avrupa Bölgeleri için bir gerekliliktir. Özellikle Doğu Hollanda'ya atıfta bulunarak RIS3 yatırımları, aralarında sanayi ile ilgili bazı özel alanlara ayrılacaktır:

- Akıllı Sanayi ve Sanayi 4.0: "Robotlaştırma ve dijitalleştirme yoluyla üretimin daha da otomatikleştirilmesi suretiyle (imalat) sanayinin modernleştirilmesi."
- Yeni, sürdürülebilir ve gelişmiş malzemeler: "Yeni malzemelerin, ürünlerin ve süreçlerin geliştirilmesi ve uygulanması ve bunların prototip ve pilot uygulamalarda test edilmesi. (Daha hafif malzemeler, daha sürdürülebilir malzemeler veya işlevsel malzemeler)

MACARİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İZLANDA

Hükümet Ar-Ge için bir test tesisini finanse ediyor. Bu merkezde, özellikle metal ürünler için yeni malzemeler ve AM üretim süreçleri geliştirilerek dünya lideri bir Ar-Ge merkezi oluşturuluyor.

İRLANDA

İyileşme Planı ile ilgili İleri Teknolojilere yapılan yatırımlar:

İrlanda, yaklaşık 915 milyon Avro hibe alacaktır. Bu hibeler şu an ile 2026 ortası arasındaki yatırımları desteklemek için kullanılacaktır. Şimdi ve o zaman arasındaki ekonomik gelişmeler dikkate alınarak 2023 yılında her üye devlete bir dizi hibe daha tahsis edilecektir. İrlanda'nın Ulusal Toparlanma ve Dayanıklılık Planının (NRRP) genel amacı, Hükümetin daha geniş toparlanma çabalarını tamamlayacak ve destekleyecek şekilde sürdürülebilir, adil, yeşil ve dijital bir toparlanma çabasına katkıda bulunmaktır.

Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi (S3)

"Akıllı Uzmanlaşma, Avrupa Komisyonu tarafından geliştirilen ve bölgesel inovasyonu artırmayı, bölgelerin güçlü yönlerine odaklanmalarına yardımcı olarak ve bunu sağlayarak büyüme ve refaha katkıda bulunmayı amaçlayan bir inovasyon politikası konseptidir.

Bu, bölgelerde inovasyona dayalı büyüme ve sürdürülebilir büyüme modellerinin teşvik edilmesi de dahil olmak üzere daha geniş faydaları teşvik edecektir. İrlanda'nın Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi, İrlanda'nın Araştırma, Geliştirme ve İnovasyon (RD&I) zorluklarına bölgesel bir yaklaşım benimseyecektir.

Bölgesel ve ulusal inovasyon stratejisi oluşturma ve karar alma süreçleri arasında bir 'köprü' oluşturacak, işletmelerin yararına olacak şekilde AR-GE planlamasına tutarlılık getirecek ve AR-GE gündemini bölgesel ve ulusal olarak ilerletecektir." Yatırımlar, aralarında sektörle ilgili bazı özel alanlara ayrılacaktır;

- Dijitalleşme ve dijital dönüşüm
- İşletmeler için yeşil dönüşüm

- İnovasyon yayılımı
- R&D&I konusunda uluslararası işbirliği
- Ulusal veya bölgesel kurumsal araştırma ve inovasyon sisteminin iyileştirilmesi

İTALYA

İyileşme Planı ile ilgili İleri Teknolojilere yapılan yatırımlar:

İyileşme Planı, tüm Avrupa Birliği Üye Devletlerinin ekonomik olarak toparlanmasını amaçlamaktadır. Bunun için her ülke, orta ve uzun vadede araştırma ve inovasyona yönelik yatırım ve reformların planlandığı kendi Ulusal Toparlanma ve Dayanıklılık Planını (PNRR) hazırlamıştır. Plan, çeşitli misyonlara eklenmiş ülke için yaklaşık 209 milyar Avroluk genel bir fon sağlayacaktır: yeşil geçiş için yaklaşık 60 milyar Avro (M2), dijitalleşme, yenilikçilik ve turizm için 40 milyar Avro (M1), araştırma için 30 milyar Avro (M4), sürdürülebilir hareketlilik için 25 milyar Avro (M3), sağlık için 15 milyar Avro (M6). AM teknolojileri tüm bu misyonlarda önemli bir rol oynayacaktır.

Ulusal PNRR, özellikle araştırma politikalarına yönelik olan, bölgesel durumlara dayanan, araştırma ve yeniliğe odaklanan müdahale hatları sağlayan Ulusal Bilimsel Araştırma Planı (PNR 2021-2027) ile yakın ilişki içindedir. Bu plan, araştırmanın Avrupa, Ulusal ve Bölgesel düzeyde koordinasyonunu garanti altına almayı amaçlamaktadır.

Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi (S3)

Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi (S3), özellikle sanayi sektörüne odaklanarak, orta ve uzun vadede sürdürülebilir büyüme yollarını planlamak için bir bölgenin kaynaklarını ve kapasitesini tamamlayan, anahtar etkinleştirici teknolojiler olarak bilinen araştırma, geliştirme ve yenilik önceliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Yatırım öncelikleri, bölgenin mükemmeliyetine ve yönetilmesi gereken herhangi bir sınır veya kısıtlamaya dayalı olarak belirlenir ve sonuç olarak araştırma, teknolojik gelişme ve yenilik politikası müdahalelerini uygulamak için geçici politika girişimleri oluşturulur.

S3 2014-2020 [33] planı ulusal düzeyde genel yönergeler sağlarken, sonraki bölgesel S3 2021-2027 planları bölgesel düzeyde daha ayrıntılı yönergeler sağlamaktadır. Bu bağlamda, Akıllı Uzmanlaşma için en gelişmiş bölgesel Araştırma ve Yenilik Stratejileri (2021-2027) arasında Emilia-Romagna bölgesi tarafından sunulanı burada daha ayrıntılı olarak analiz edilmektedir. Eklemeli İmalat (AM), dijital ve ekolojik geçişlere öncülük eden önemli bir anahtar teknoloji olarak kabul edilmektedir.

Endüstri 4.0, üretim, lojistik ve sosyal devrimle birlikte teknolojik bir devrimi de beraberinde getirdi. Tüm bu devrim, bilginin ilerlemesine ve verimliliğin artmasına rehberlik etmiştir.

AM üretim sürecinin robotik, havacılık ve imalat sektörleri üzerinde, örneğin ileri malzemelerin geliştirilmesi, imalatı ve karakterizasyonu üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. Şimdi, Endüstri 5.0 küresel ve Avrupa düzeyinde ortaya çıkmakta, yeniliklere ve yeni çözümlere özelleştirme ve kullanıcı deneyimi getirmektedir: AM, Derin Öğrenme, Makine Öğrenimi ve Yapay Zeka teknolojilerini kullanarak akıllı üretimden yararlanarak seri üretimden kitlesel özelleştirmeye geçişi mümkün kılan, yakın gelecekte umut verici bir üretim sürecidir.

KOSOVA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

LETONYA

Letonya, Endüstri 4.0'ın entegrasyonu ve geliştirilmesi için 2021-2027 Letonya Ulusal Kalkınma Planı, 2021-2027 Ulusal Sanayi Politikası Kılavuz İlkeleri, 2021-2027 Dijital Dönüşüm Kılavuz İlkeleri, 2021-2027 Bilim, Teknoloji Geliştirme ve İnovasyon Kılavuz İlkeleri ve diğer bağlayıcı stratejiler ve kılavuz ilkeler gibi çeşitli stratejik planlar ve politika belgeleri geliştirmiştir; örneğin, Letonya'nın Akıllı Uzmanlaşması için Araştırma ve İnovasyon stratejisi, "Endüstri 4.0" Platformu Uygulama stratejisi, Siber Güvenlik Stratejisi, 2021-2027 "Geleceğin Toplumu için Geleceğin Becerileri" için Eğitim Geliştirme Kılavuz İlkeleri.

LİTVANYA

Litvanya'da, Litvanya imalat sektörünün inovasyon ekosistemini Avrupa inovasyon ekosistemine entegre etmeye yönelik bazı girişimler bulunmaktadır ve iş veya üretim süreçlerini, ürünleri ve hizmetleri iyileştirmek için dijital teknolojilerin kullanılması yoluyla işletmelerin rekabet gücünü artırmaya yönelik bir destek aracı olan Dijital İnovasyon Merkezi (DIH) ağı 2012 yılından bu yana Litvanya'da faaliyet göstermektedir.

LÜKSEMBURG

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

MALTA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

KARADAĞ

Devlet, Covid pandemisi döneminde AM'yi tıbbi amaçlarla kullanmış ve sağlık ekipmanları üretmiştir ve AM ile elde edilen olanakların farkındadır.

KUZHEY MAKEDONYA

Devlet, şu anda AM'yi kültürel ve coğrafi mirasın korunması için kullanmaktadır.

POLONYA

İyileşme Planı ile ilgili İleri Teknolojilere Yatırımlar: İyileşme Planı, tüm Avrupa Birliği Üye Devletlerinin ekonomik olarak toparlanmasını hedeflemektedir. Bunu yapmak için ülke, Kurtarma ve Dayanıklılık Aracı (RRF) kapsamında Ulusal İyileşme Planını (NRP) planlamıştır.

Ulusal İyileşme Planı (UUP), COVID-19 salgınının neden olduğu krizin ardından Polonya'nın yeniden inşası ve sosyo-ekonomik direncinin oluşturulmasına yönelik hedefleri ortaya koyan kapsamlı bir belgedir. Polonya'nın gelişmeleri yeniden başlatmasına yardımcı olacak reform ve yatırım önerilerini içermektedir. NRP, Yeniden Yapılanma ve Dayanıklılığı Artırma Aracından faydalanmak için temel teşkil etmektedir.

Ulusal Toparlanma ve Dayanıklılık Planının beklenen etkileri arasında yerli şirketlerin gelişimine ivme kazandırılması, ekonominin teknolojik modernizasyonu ve Polonya vatandaşlarının yaşam kalitesinin artırılması yer almaktadır. Polonya bu sayede yaklaşık 60 milyar Euro'ya sahip olacaktır. Plan öncelikle şoklara ve gelecekteki olası krizlere karşı dirençli, dijital ve yeşil ekonominin kurulmasını sağlayacak reformları hayata geçirmeyi amaçlamaktadır.

Plan, beşi tematik olmak üzere altı bileşenden oluşmaktadır:

- Ekonominin dayanıklılığı ve rekabet gücü
- Yeşil enerji ve enerji yoğunluğunun azaltılması
- Dijital dönüşüm
- Sağlık sisteminin verimliliği, erişilebilirliği ve kalitesi, yeşil, akıllı hareketlilik

Ve bir de kurumsal:

- Ulusal İyileşme ve Dayanıklılık Planının uygulanması için kurumların ve koşulların kalitesinin artırılması.

Ulusal İyileşme ve Dayanıklılık Planının amaçları arasında ekonomik büyüme potansiyelinin güçlendirilmesi, istihdam yaratılması, devletin ekonomik ve sosyal dayanıklılığının artırılması, ekonomik ve sosyal krizin etkilerinin dengelenmesi ve ekonomik, sosyal ve bölgesel uyumun güçlendirilmesi yer almaktadır. Yenilikler, eğitim, altyapı, ulaşım, yeni teknolojiler, enerji ve bina gibi alanlarda reformlar ve kamu yatırımlarını içerecektir. Ekonomik Kalkınma Bakanlığı, Hazine şirketlerinin temsilcileri, şirketler, uzmanlar ve voyvoda yetkilileriyle diyalog halinde hazırlanan inovasyon, dijitalleşme, yeşil ekonomi, döngüsel ekonomi, enerji ve termal iyileştirme alanlarındaki projeleri kapsamayı önermektedir. Çevresel ve dijital dönüşümlere duyulan ihtiyaca ilişkin tavsiyeler özellikle güçlü olmuştur [78]. Polonya tahmini olarak 23.9 milyar Avro hibe ve 11.5 milyar Avro kredi ile desteklenecektir. İklim hedeflerini ve yeşil dönüşümü uygulayan projeler, NRP'nin değerinin %42,7'sini oluşturacaktır. Reformun ikinci kilit alanı dijital dönüşümdür ve NRP fonlarının %20,85'i bu alanla ilgili projelere tahsis edilecektir.

Eklemeli İmalat (AM), dijital ve yeşil dönüşüme öncülük eden bir araç olarak bu NRP fonlarıyla teşvik edilmektedir.

PORTEKİZ

“Portekiz 2020”, finansman ile araştırma ve geliştirme faaliyetleri arasındaki boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Buna bir örnek de metal AM çalışmalarının ülkede gelişimi olarak gösterilebilir.

2014 yılında Portekiz Eklemeli İmalat Girişimi (PAMI) kurulmuştur. Bu ortaklığın temel amacı, Portekiz'de rekabetçilik ve inovasyonda bir iyileşme sağlamak için vasıflı işgücünün geliştirilmesidir.

ROMANYA

Çoğunlukla start-up'lar ile AM'ye yatırımlar var. Bu yatırımların çoğu dental sektörde metal PBF sistemleri ile yapılmaktadır.

SİRBİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SLOVAKYA

Hükümet uzay projeleri için AM'yi destekliyor. Şu anda AM uzay endüstrisinde çalışmalar yapılmaktadır.

SLOVENYA

Hem polimer hem de metal sistemler üzerinde devlet tarafından desteklenen Ar-Ge çalışmaları bulunmaktadır.

İSPANYA

İspanya'da Ar-Ge ile ilgili bazı ana programlar ve politikalar özetlenmiştir:

- Estrategia Nacional de Innovación (E2i)
- Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020
- Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020

İSVEÇ

İyileşme Planı ile ilgili İleri Teknolojilere yapılan yatırımlar:

İsveç, RRF kapsamında toplam 3.2 milyar Avro hibe talep etmiştir. İsveç planı beş bileşen etrafında yapılandırılmıştır: yeşil toparlanma; eğitim ve işe geçiş; demografik zorlukların aşılması; genişbantın yaygınlaştırılması ve kamu yönetiminin dijitalleştirilmesi; büyüme ve konut için yatırım. Plandaki projeler, uygulamanın ilk üç yılında güçlü bir proje yoğunluğuyla birlikte, 2026 yılına kadar olan tüm RRF ömrünü kapsamaktadır. Plan, yedi Avrupa amiral gemisi alanının altısında projeler önermektedir. COVID-19 salgınının neden olduğu benzeri görülmemiş krizin ardından İsveç'in iyileşme ve dayanıklılık planı, güçlü bir toparlanmayı teşvik etme ve İsveç'i geleceğe hazır hale getirme ihtiyacına yanıt veriyor. Planda yer alan reformlar ve yatırımlar İsveç'in daha sürdürülebilir, dirençli ve yeşil ve dijital geçişlerin zorluklarına ve fırsatlarına daha hazırlıklı olmasına yardımcı olacaktır. Bu amaçla plan 15 reform ve 12 yatırımdan oluşmaktadır. Bu reformlar 3.3 milyar Avro hibe ile desteklenecektir. Planın %44'ü iklim hedeflerini, %21'i ise dijital geçişi destekleyecektir.

Akıllı Uzmanlaşma Stratejisi (S3)

İsveç'te akıllı uzmanlaşmadan sorumlu ana kurumlar İsveç Ekonomik ve Bölgesel Büyüme Ajansı (Tillväxtverket) ve Başbakan'ın başkanlık ettiği üst düzey bir forum olan Ulusal İnovasyon Konseyi'dir. Konsey, dijitalleşme, yaşam bilimleri ve çevrenin yanı sıra iklim teknolojisini, toplumsal zorlukların etkili bir şekilde ele alınması için kritik alanlar olarak tanımlamıştır.

TÜRKİYE

Türkiye'nin eklemeli imalat (AM) konusundaki politika çerçevesi, geniş katımlı toplantılar, araştırma projeleri ve saha anketleri ile oluşturulan kapsamlı bir politika demetinin detaylı saha çalışmaları ve analizleri sonucunda oluşturulmuştur. Son 6 yılda Devlet Daireleri ve özel kuruluşlar tarafından hazırlanan beş kapsamlı AM strateji raporu ortaya çıkmıştır. Bu raporlar AM pazarının mevcut durumunu ve öngörülerini, fırsatları ve fırsatları, küresel ve yerel eğilimleri ve AM'nin küresel ve Türkiye'deki ekonomik perspektifini tanıtmaktadır. Eklemeli İmalat stratejileri ve girişimleri Devlet Bakanlıkları, Üniversiteler, özel sektörler ve kar amacı gütmeyen kuruluşlar tarafından planlanmış ve yönlendirilmiştir. AM Stratejisi planlama ve yönlendirmede Türk yetkililer;

- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
- Milli Eğitim Bakanlığı
- Savunma Sanayii Başkanlığı
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı
- Yükseköğretim Kurulu (YÖK)

- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)
- Bölgesel Sanayi Odaları
- Özel Sektörler
- Vakıflar ve Dernekler

AM Rapor Başlığı	Yayın Yılı	Kurum
Eklemeli imalat Teknolojileri Yol Haritası	2020	Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı - Savunma Sanayii Başkanlığı
Ülkemizden Sektör Temsilcilerinin Görüşleriyle Eklemeli İmalat Teknolojileri Sektörel Bakış	2021	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı IDEAPORT
Üretimde Paradigma Değişimi: Eklemeli imalat ve 3D Baskı	2019	Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
İstanbul için Alüminyum Alaşımlı Toz Üretimi Ön Fizibilite Raporu	2021	İstanbul Kalkınma Ajansı, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
Eklemeli İmalat Teknolojileri ve Havacılık Uygulamaları: Sektör Değerlendirme Raporu	2016	STM Savunma Teknolojileri ve Mühendislik A.Ş.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2023 Teknoloji Yol Haritası'nın 2019 yılında yayınlandığını ve AM'nin odak/anahtar teknolojilerden biri olarak belirlendiğini duyurdu. Bakanlık, KOBİ'lere ve diğer teknoloji şirketlerine Eklemeli İmalat ve makine, ekipman, sistem, toz, lazer üniteleri ve optik sistemler gibi ilgili teknolojilerin geliştirilmesi için yatırım ve araştırma projeleri için hibe verilen HAMLE programını başlattı. Rekabetçi Sektörler Programı kapsamında Bakanlık ve Avrupa Birliği destekli Eklemeli İmalat ve Tasarım ve Hibrit Modelleme Merkezleri kurulmuş ve KOBİ'lere eğitimler verilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı, Coşkunöz Eğitim Vakfı'nın (CEF) Lise Öğrencileri, lisans ve yüksek lisans öğrencilerine AM Eğitimi vermesine yönelik bir protokol yaptığını duyurdu. Bakanlık ayrıca Mesleki ve Teknik Lise öğrencilerine verilmek üzere 3D Baskı ve 3D Tasarım Eğitim Kursları açılması çağrısında bulunuyor.

Savunma Sanayii Başkanlığı, Kasım 2018'de düzenlediği AM konferansı ile tüm firmaları, üniversiteleri ve kurum temsilcilerini bir araya getirdi. Konferansa 38 firma, 3 araştırma merkezi ve 28 üniversite katıldı. Toplam 270 katılımcı grup toplantılarına katıldı ve Türkiye'nin AM stratejisi için kritik olacak AM'nin mevcut ve gelecekteki konularını tartıştı. Konferansın sonuç raporu, grup toplantılarının yorumlarını, küresel ve yerel AM durumlarını, AM'nin önceliklendirme analizini, satın alma planını ve AM teknolojilerine genel bakışı kapsayacak şekilde 2020 yılında yayınlandı. Savunma Sanayii Başkanlığı ayrıca AM alanında araştırma projelerine hibe desteği veriyor ve AM alanında doktora tezlerinin artırılması için üniversiteleri destekliyor.

Türkiye Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019 yılında 'Üretimde Paradigma Değişimi, Eklemeli imalat ve 3D Baskı' adıyla bir genel değerlendirme raporu yayınladı. Bu rapor, AM konusunda Türkiye'deki en özel rapor olma özelliğini taşıyor. Rapor, 2017 değerlerini kullanarak küresel ve yerel AM pazar büyüklüğünün mevcut durumunu özetliyor.

Raporda ayrıca AM'ye yönelik eğilimler ve beklentiler ile AM'nin yeni iş modellerine, becerilere, üretim hacmine ve ticarete etkileri de ele alınmıştır. Türkiye'nin AM politikaları, pazarları, oyuncuları ve paydaşları ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Raporda AM'nin farklı sektörlerdeki fırsatları ve tehditleri açıklanmıştır. Son olarak, raporun sonunda politika önerileri belirtilmiştir. Bu rapor, Türkiye'de AM ile ilgili gerekli tüm detayları içermesine rağmen, tek çelişki, AM teknolojisinin hızla büyüyen bir teknoloji olması nedeniyle güncelliği açısından ileriki yıllarda raporun dikkate alınmayabileceği ve bu nedenle AM için yapılan yorumların, verilerin ve açıklamaların büyük olasılıkla güncelliğini yitirebileceğidir. Strateji ve Bütçe Başkanlığı ayrıca Ulusal Eklemeli İmalat Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi (EKTAM) kurulması için Gazi Üniversitesi'ne büyük bir hibe vermiştir.

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, Geleceğin Üretiminde Gelişen Teknolojiler adlı bir AM raporu yayınladı: 2021'de Eklemeli İmalat Teknolojileri. Rapor, AM'nin mevcut durumunu ve trendleri, gelecekteki fırsatları ve tehditleri değerlendiren sektör temsilcilerinin vizyonu ile yerel AM sektörünü özetliyor.

Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Yeni Nesil Üretim Teknolojileri adlı bir Doktora Programı başlattı: 3D Baskı adlı bir doktora programı başlatmış ve ayrıca YÖK Üniversite-Sanayi işbirliği gelişim raporu eylem planında Eklemeli İmalatın araştırma ve eğitimde Odak Konu olduğunu duyurmuştur. YÖK ayrıca 'Araştırma Üniversiteleri Destek Programı' başlatmış ve üniversitelerde Eklemeli İmalat alanında önerilen araştırma projeleri kabul edilmiştir.

Üniversiteler, farklı konulardaki araştırma potansiyelleri ve altyapılarına göre eşleştirilmektedir ve 'Eklemeli İmalat' da bu konulardan biridir. Üniversiteler, Eklemeli İmalat alanında doktora derecesine sahip araştırmacılar için yeni akademik pozisyonlar açmaya teşvik edilmektedir.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), bilim ve teknolojik araştırma politikalarını belirleyen ve yönlendiren bir yönetim birimidir. TÜBİTAK'ın ileri teknolojilerde teknoloji transferi başlatma politikası vardır ve Eklemeli İmalat alanında çeşitli çağrılar bulunmaktadır. TÜBİTAK, 1004 - 'Mükemmeliyet Merkezi Destek Programı' ile Gazi Üniversitesi'ndeki EKTAM'ı Eklemeli İmalat alanındaki merkezlerden biri olarak seçmiştir. Eklemeli İmalat', burs verilecek lisansüstü öğrencileri seçmek için kullanılan teknolojik konulardan biridir. TÜBİTAK ayrıca Türkiye'de Ar-Ge Merkezleri bulunan Uluslararası Şirketlere de burs vermektedir. GE, TÜBİTAK 1515 programı kapsamında Eklemeli İmalat Merkezi kurmak için hibe alan şirketlerden biridir: Öncü Ar-Ge Laboratuvarları Destekleme Programı.

Türkiye Eklemeli İmalat Derneği (TAMA) 2018 yılında Türk Üniversitelerinden 11 üniversite akademisyeni ile kuruldu. TAMA daha sonra bu derneği Türk araştırmacılara da açmıştır. Eklemeli imalat üzerine uluslararası bir konferans (AMCTURKEY) ilk olarak 2019 yılında TAMA tarafından düzenlendi ve daha sonra AMCTURKEY her yıl düzenlenmeye devam etti. TAMA ayrıca eklemeli imalat alanında seminerler, proje günleri ve diğer eğitim faaliyetleri düzenlemektedir. İlk olarak 2021 yılında Journal of Additive Manufacturing adında uluslararası hakemli bir dergi kuruldu ve yayınlandı.

Kar amacı gütmeyen bir diğer kuruluş olan Coşkunöz Eğitim Vakfı (CEF), mühendislere ve teknik personele yönelik sertifikalı eklemeli imalat eğitim programları başlatmıştır. CEF, eklemeli imalatın tanımından, malzemelere, teknolojilerden, uygulamalara ve uzman toplantılarına kadar içerikle dolu bir program sunuyor.

6.2.2 Eğitim ve Öğretim

ARNAVUTLUK

AM, tarihi kültür ve sanat eserlerini korumak için enstitülere 3D tarayıcılarla entegre edilmiştir. Şu anda bu teknolojileri sadece geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilemeyen uygulamalarda kullanıyorlar. Ayrıca, sadece AM ile gerçekleştirilebilen tekstil üzerine baskı çalışmaları da yapılmaktadır.

AVUSTURYA

AM Austria, Avusturya'da eklemeli imalat değer zincirinde yer alan tüm şirketlerin, üniversitelerin ve araştırma kurumlarının birleşmesi ve profesyonel alışverişi için kapsayıcı bir platform sunmaktadır. Odak noktası, eklemeli imalatın endüstride daha fazla uygulanmasına yönelik ortak çalışmadır.

BELÇİKA

KU Leuven 1990 yılından bu yana Eklemeli İmalat (AM) alanında öncülük etmektedir. AM araştırmaları KU Leuven Makine Mühendisliği Bölümü'nde başlatılmıştır. Başlangıçta araştırmalar, hızlı prototipleme amacıyla polimer parçaların üretimine odaklanmıştır. Bu, bugün polimerlerin eklemeli imalat ve AM için yazılım geliştirme alanlarında önemli oyuncularından biri olarak bilinen AM grubunun ilk yan kuruluşu (spin-off) olan 'Materialize' şirketinin kurulmasına yol açtı.

BOSNA HERSEK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

BULGARİSTAN

Bulgaristan'da AM eğitimi veren lider kurum Sofya Teknik Üniversitesi'dir.

HIRVATİSTAN

Aşağıdaki üniversiteler gibi birçok üniversite AM teknolojileri üzerine projeler geliştirmiştir:

- Makine Mühendisliği ve Gemi İnşaatı Fakültesi, Zagreb
- Kuzey Üniversitesi, Koprivnica
- Rijeks Üniversitesi
- EOS şirketi, plastik malzemelere odaklanan endüstriyel 3D baskı teknolojisi aracılığıyla üretim çözümlerinin lider tedarikçisi olarak eğitim programlarını teşvik etti: "Additive Minds Academy: Şimdi bir Endüstriyel 3D baskı uzmanı olun" sloganıyla tüm uzmanlık seviyelerine yönelik eğitim programları sunuyor. Additive Minds Academy, tanınmış ortaklarla işbirliği içinde, işe alım süreçlerini optimize etmek ve eklemeli imalat inovasyonunun ön saflarında bilgi birikimini hızlandırmak için kapsamlı bir çevrimiçi eğitim programı geliştirdi.

Çek Cumhuriyeti'nde endüstriyel eklemeli imalat konusundaki farkındalık ihtiyacı olduğu belirtilmektedir. Üniversiteler, endüstrinin sadece eklemeli imalat teknolojileri konusunda değil, aynı zamanda süreç ve teknolojik parametreler, yazılım araçları bilgisi, yapılandırılmış parçaların oluşturulması için CAD modelleme, topolojik optimizasyon gibi simülasyon araçları hakkında bilgi sahibi olan mezunlara yönelik ortaya çıkan ihtiyacına henüz cevap vermemiştir.

DANİMARKA

MADE - Danimarka İmalat Akademisi, şirketlerin, yüksek eğitim kurumlarının ve Araştırma Teknolojisi Kuruluşları (RTO'lar) dahil olmak üzere diğer bilgi sağlayıcıların kar amacı gütmeyen bir birliği olan Danimarka İleri İmalat Kümelenmesidir.

ESTONYA

Estonya'daki Tallinn Teknoloji Üniversitesi, bölgedeki ilk metal AM makinesini satın aldığı için AM'nin Estonya endüstrisine tanıtılmasında önemli bir role sahiptir.

FİNLANDİYA

FIRPA (Finnish Rapid Prototyping Association), Finlandiya'da eklemeli imalat bilgilerini teşvik etmekte, eklemeli imalatın tüm alanlarında bağımsız bir bilgi kaynağı ve dağıtıcısı olarak hareket etmekte ve en yeni malzemelerin üretiminde know-how aktarımı için tarafsız bir kanal olarak hareket etmektedir.

FRANSA

Fransa'da AM konusunda çeşitli üniversiteler ve eğitim merkezleri bulunmaktadır. EC Nantes, Paris Üniversitesi ve CESI mühendislik mezunları için yüksek lisans programları sunmaktadır. AFPMA ve Materalia gibi eğitim merkezleri tarafından, özellikle ülkenin doğu kesiminde, mesleki programlar da mevcuttur.

GKRY (KIBRIS RUM YÖNETİMİ)

CUT (Kıbrıs Teknoloji Üniversitesi), Kıbrıs'ta Makine mühendisliği bölümüne ve eklemeli imalat çalışmalarına sahip tek devlet üniversitesidir.

ALMANYA

Almanya'da özellikle odaklanılan konu, Fraunhofer Topluluğu'nun ülke genelindeki dünya lideri enstitüleri tarafından yürütülen endüstriyel uygulamalı araştırmalardır. Ocak 2021 itibarıyla Fraunhofer'in Almanya genelinde 74 enstitüsü ve araştırma kurumu bulunmaktadır. Kuruluşun 28.000 çalışanının çoğu bilim insanı ve mühendistir. Kuruluşun 2020'deki yıllık araştırma bütçesi 2,8 milyar Avro olup, bunun 2,3 milyar Avrosu sözleşmeli araştırma yoluyla elde edilmiştir.

YUNANİSTAN

Yeterli bilgiye erişilememiştir.

HOLLANDA

Birçok üniversite ve yetkinlik merkezi şu anda hem öğretim hem de araştırma düzeyinde AM teknolojileriyle ilgilenmektedir.

- Twente Üniversitesi: Üniversite bünyesinde birden fazla fakülte güçlerini birleştirerek Eklemeli İmalatta Twente Mükemmeliyet Merkezi'ni (TEAM) kurdu. Bu işbirliğinin amacı, tesis paylaşımı işbirliği, araştırma hedeflerinin senkronizasyonu, ortak araştırma projelerinin tanımlanması ve yürütülmesi, lisans ve yüksek lisans ödevlerinin kolaylaştırılması ve sanayi ile ortaklıkların başlatılmasıdır.
- STW-M2i (High-Tech Materials - Additive Manufacturing), yüksek teknoloji malzemeleri ve eklemeli imalat (additive manufacturing - AM) teknolojilerini birleştiren bir projedir. Bu proje, özellikle malzeme bilimi ve üretim süreçlerinde inovasyonu hedefler. Eklemeli imalat, geleneksel üretim yöntemlerinden farklı olarak, malzemenin katmanlar halinde eklenerek üretildiği bir yöntemdir.
- Eindhoven Teknoloji Üniversitesi: 3DCP, Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (AEC) endüstrisinin üretkenliğini artırma ve çevresel etkisini azaltma potansiyeli sağlıyor. 3DCP araştırma grubu, 3D baskılı betonun güvenli ve sürdürülebilir yapısal uygulamalarına yönelik teknolojiyi geliştirmek için bilimsel zorlukları ele almaktadır.
- Groningen Üniversitesi: Büyük ölçekli eklemeli imalatta LMD'nin başarılı bir şekilde uygulanması, işleme parametreleri, nihai mikroyapı ve ürünlerin özellikleri arasındaki ilişkilerin derinlemesine anlaşılması konusunda çalışılmaktadır. Üniversitede yapılan projenin amacı, lazer toz biriktirme ile katman katman yapılan büyük metal bileşenler için yeni bir yapı-özellik ilişkisi elde etmektir.
- Utrecht Üniversitesi: 3D Baskı ve Biyofabrikasyon Yaz Okulu yapılmaktadır.
- Amsterdam Vrije Üniversitesi: 3D Baskı. Üniversite Kütüphanesi'nde normal boyuttaki 3D yazıcının yanı sıra daha hacimli nesneler oluşturmak için daha büyük bir yazıcı da bulunuyor. İyi ve uygulanabilir bir fikri olan herkes 3D bir nesnenin yaratılması için talepte bulunabilir.
- Amsterdam Üniversitesi: Biyomalzemelerin 3D Baskısı üzerine çalışıyor.
- Malzeme İnovasyon Enstitüsü'nde de AM ile ilgili bazı çalışmalar yapılmaktadır.

MACARİSTAN

Eklemeli imalata giriş niteliğinde kısa seminerler mevcuttur, ancak daha kapsamlı eğitimlerin eksikliği söz konusudur. (<https://www.nobleprog.hu/en/cc/3dprinting>)

İZLANDA

Kurumlar AM ile çoğunlukla metal ve tıbbi ürünler üretmektedir. Hibrit üretimler için de bazı araştırmalar vardır.

İRLANDA

Birçok üniversite ve yetkinlik merkezi şu anda hem öğretim hem de araştırma düzeyinde AM teknolojileriyle ilgilenmektedir.

- Trinity College Dublin: STAM (İleri Üretimde Bilim ve Teknoloji) araştırma alanları, büyük ölçekli işbirlikli araştırma projeleri, soğuk sprey gibi üretim tekniklerinin uygulamaları ve geliştirilmesi, metaller ve polimerler gibi yenilikçi malzemelerde 3D yazdırma, ayrıca taşlama, şekillendirme, yüksek hızlı işleme ve birleştirme üzerine yapılan araştırmalar ile Endüstri 4.0 alanındaki stratejilerin geliştirilmesini içermektedir.
- İrlanda'da Medtech için eklemeli imalat konusunda pek çok çalışma yapılmaktadır.
- Stryker Anngrove Tesisi: Stryker, Anngrove'daki yeni tesisiyle küresel eklemeli imalat liderliğini ilerletiyor ve 600 ek iş için kapasite yaratıyor. Stryker, eklemeli imalatı, özel tıbbi cihazların üretimine özel bir vurgu yaparak bir dizi sağlık hizmeti inovasyonuna uygulamaktadır.
- Dublin Şehir Üniversitesi: 3D Baskı ve Eklemeli imalat araştırma merkezi bulunmaktadır.
- Shannon Teknoloji Üniversitesi: Malzeme Araştırma Enstitüsü bulunmaktadır.
- University College Dublin: i-FORM - SFI İleri Üretim Araştırma Merkezi isminde bir araştırma merkezi bulunmaktadır.
- Limerick Üniversitesi: Limerick Üniversitesi'ndeki eklemeli imalat ekibi, araştırma kuruluşlarına ve endüstriye 3D Baskı hizmetleri sunuyor.
- Atlantik Teknoloji Üniversitesi: Eklemeli imalat tasarımı, yöntemleri ve süreçleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır.
- Galway Üniversitesi: I-Form İleri İmalat Araştırma Merkezi, İrlanda Bilim Vakfı (SFI) tarafından ileri imalat alanında yüksek etkili araştırmalar sunmak üzere kurulmuştur. Merkez özellikle eklemeli imalat (3D baskı) ve üretimde dijital teknolojilerin kullanımına odaklanmıştır.
- South East Technological Üniversitesi: Eklemeli İmalat alanında lisans programı uygulanmaktadır.
- İrlanda Üretim Araştırmaları: IMR'nin amacı, endüstrinin gelişmiş üretimin en ileri noktasında başarılı olmasını sağlamak için yeni teknolojileri ve yeni bilgileri ortaya çıkarmak, açıklığa kavuşturmak ve sunmaktır.

İTALYA

Üniversiteler

Birçok üniversite şu anda hem öğretim hem de araştırma düzeyinde AM teknolojileriyle ilgilenmektedir. AM teknolojileri, endüstri ve makine mühendisliği lisans dersleri arasında farklı akademik derslerde öne çıkarken, AM ile ilgili temel prensipler mimarlık ve tasarım lisans derslerinde sunulmaktadır.

AM çalışmaları yapan üniversiteler şunlardır:

- Bologna Üniversitesi: Çalışmalar, çeşitli üniversite bölümlerinde (örneğin, yapısal, mekanik ve metalurji bölümleri) farklı AM teknolojileriyle ilgili bilgi birikimini ilerletmeyi amaçlamaktadır. Çalışmalar, özellikle Tel ve Ark Eklemeli İmalat (Wire-and-Arc Additive Manufacturing) ve Lazer Toz Yatak Füzyonu (Laser Powder Bed Fusion) yöntemlerine odaklanmaktadır. Hedef, bu teknolojiler kullanılarak üretilen 3D yazıcıyla basılmış metal unsurların geometrik ve mekanik karakterizasyonunu tanımlamak ve

aynı zamanda optimizasyon algoritmaları aracılığıyla optimize edilmiş unsurlar üzerine çalışmalar yapmaktır.

- Floransa Üniversitesi: AM aracılığıyla onarım için bir sistem kurulması gibi çalışmalar yapılmaktadır.
- Politecnico of Milan: Araştırma ekibi AM konusunda bazı projeler ve patentler geliştirmiştir. Baskı işlemi sırasında kusurların azaltılmasına odaklanarak 3D baskı sürecinin karakterizasyonu ve metal parçaların katkılı baskısı sırasında kusurları yerinde gidermek için bir cihaz üzerinde çalışıyor.
- Politecnico of Turin: AM araştırma grubu, havacılık, biyomedikal ve endüstriyel sektörler de dahil olmak üzere bir dizi sektörde yeni malzemeler ve bileşenler tasarlamayı ve geliştirmeyi amaçlamaktadır. Hedef, AM teknolojilerinin getirdiği belirli mikroyapısal özellikleri kontrol ederek ve bunlardan yararlanarak temel bir malzeme çalışması geliştirmektir.
- Padua Üniversitesi: Araştırma projeleri, mekanik ve geometrik karakterizasyondan iletkenliğe kadar özelliklerin yerel varyasyonunu içeren bileşenler geliştirmek için tasarım araçları ve metodolojileri tanımlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışmalar, yenilikçi yüksek teknoloji unsurlarının üretilmesini hedeflemektedir.

Yetkinlik Merkezleri

2018 yılında Endüstri 4.0 planı kapsamında sekiz ulusal yetkinlik merkezi kurulmuştur: CIM 4.0 Competence Industry Manufacturing 4.0 (Torino, İtalya), MADE - Endüstri 4.0 Yetkinlik Merkezi (Milano, İtalya), BI-REX - Büyük Veri İnovasyon-Araştırma Mükemmeliyeti (Bologna, İtalya), ARTES 4.0 - İleri Robotik ve Dijital Teknolojiler ve Sistemler 4.0'ı mümkün kılan Endüstri 4.0 Yetkinlik Merkezi (Pisa, İtalya), SMACT Yetkinlik Merkezi (Padua, İtalya), MediTech Yetkinlik Merkezi I 4.0 (Napoli, İtalya), STRAT 4.0 - Stratejik Altyapı Endüstri 4.0'ın güvenliği ve optimizasyonu (Cenova, İtalya), CYBER 4.0 - Siber Güvenlik Yetkinlik Merkezi (Roma, İtalya).

Yetkinlik merkezleri, Endüstri 4.0 alanındaki ileri teknolojiler aracılığıyla yeni ürünler üretmek, yeni süreçler veya hizmetler gerçekleştirmek amacıyla şirketler için Endüstri 4.0 konusunda oryantasyon ve eğitim faaliyetleri düzenleyen, inovasyon projelerinin gerçekleştirilmesinde, endüstriyel araştırma ve deneysel geliştirmede onları destekleyen kamu-özel sektör ortaklıklarıdır. AM teknolojisi, eğitim kursları sırasında sunulan konulardan biridir.

Ulusal Araştırma Konseyi (CNR) ve Ulusal Yeni Teknolojiler, Enerji ve Sürdürülebilir Ekonomik Kalkınma Ajansı (ENEA) kamuya ait ulusal araştırma enstitüleridir ve laboratuvarlarında AM teknolojileri ve yetkinlikleri sunmaktadırlar. İtalyan Uzay Ajansı İtalyan Uzay Ajansı, doğrudan Uluslararası Uzay İstasyonunda (ISS) plastik nesneler üretmek için "Taşınabilir Araç Üstü Yazıcı 3D" projesinde gösterildiği gibi AM'ye yatırım yapmaktadır.

KOSOVA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar bulunmamaktadır.

LETONYA

- PLM Grubu (örn. Solidworks Eğitimi)
- Riga Stradins Üniversitesi (örn. <https://www.rsu.lv/en/rsu-courses/foundations-3d-printing-fk068>)
- Vidzeme Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (örneğin 3D grafik kursu)

LİTVANYA

AM eğitim merkezi olarak sadece InTechCentras bilgisine ulaşılmıştır.

LÜKSEMBURG

- 3D Baskı (Atölyeler)
- Lüksemburg Üniversitesi
- Dijital Öğrenme Merkezi (kısa kurs)
- Université Populaire Belval

MALTA

Eklenebilir imalata başlamak için kısa seminerler mevcuttur, ancak daha kapsamlı eğitimlerin eksikliği söz konusudur. Bununla birlikte, Malta Üniversitesi bazı AM araştırma projelerinde yer almıştır.

KARADAĞ

Covid sırasında yüksek tüketim nedeniyle FDM yazıcılarda filament kullanımının optimize edilmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır.

KUZEY MAKEDONYA

Şu anda AM için malzemeler geliştirilmektedir. Ayrıca, tedarik zinciri sorunları AM ve dijital envanterler aracılığıyla çözülmektedir.

POLONYA

- Gliwice Demir Dışı Metaller Enstitüsü (IMN): Bir araştırma merkezidir. Sağlanan hizmetler şunları kapsamaktadır: Yeni teknolojilerin geliştirilmesine yönelik Ar-Ge, endüstriyel süreçlerin optimizasyonu, üretim hatlarının modernizasyonu, ekipman yapımı, ölçüm ve analitik hizmetler.
- Materialise: Şirket, kullanıcıların günlük işlerinde AM yazılımı ve iş akışları kullanımlarını optimize etmelerine yardımcı olmak için çeşitli eğitim kursları ve seminerler sunmaktadır. Konular 3D baskıya genel bir bakış, metal 3D baskı, polimer ve metali benimseyen AM için tasarım ile ilgilidir. Ayrıca, kullanıcıların Materialise yazılımını kullanımlarını optimize etmelerine yardımcı olmak için çeşitli kurslar sunmaktadır.

PORTEKİZ

Özellikle üniversitelere dayalı eğitim merkezleri bulunmaktadır.

- Inegi
- ISICOM
- Aveiro Üniversitesi
- Coimbra Üniversitesi
- Politécnico de Leiria
- Minho Üniversitesi
- Porto Üniversitesi

ROMANYA

Şu anda hem özel enstitüler hem de üniversiteler tarafından eğitim programları geliştirilmektedir.

SIRBİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalar izlenememiştir.

SLOVAKYA

Şu anda malzemeler test ediliyor ve parametreler üzerinde çalışılıyor. AM konusunda ilgi ve çok sayıda girişim var.

SLOVENYA

AM, Ar-Ge çalışmaları, topoloji optimizasyonlu ürünler ve prototipleme için kullanılmaktadır. Ayrıca, metal ve polimerde üretim ve son işlemler için servis büroları mevcuttur.

İSPANYA

- AIDIMME
- Comillas Pontifical Üniversitesi'nin ETSI-ICAI
- EDDM
- IMH
- ITECAM
- Lortek
- Laboratorios 3D
- MasterD
- Burgos Üniversitesi
- Universidad del País Vasco
- Universidad Politécnica de Madrid

İSVEÇ

Birçok üniversite ve yetkinlik merkezi şu anda hem öğretim hem de araştırma düzeyinde AM teknolojileriyle ilgilenmektedir.

- Lund Üniversitesi: Eklemeli imalat için Tasarım
- Linköping Üniversitesi
- KTH Kraliyet Teknoloji Enstitüsü

- Linnaeus Üniversitesi
- Uppsala Üniversitesi
- Batı Üniversitesi
- Orta İsveç Üniversitesi
- Örebro Üniversitesi
- Chalmers Üniversitesi
- Umea Üniversitesi
- Lulea Teknoloji Üniversitesi
- Metallerin Eklemeli imalatı için İsveç Arenası
- Eklemeli imalat Uygulama Merkezi

TÜRKİYE

Eklemeli imalat, teknik resim, bilgisayar destekli çizim ve tasarım, temel malzeme bilimi ve bilgisayar programlama gibi bazı mühendislik becerilerine ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, Türkiye'deki eğitim ve öğretim programlarının çoğu üniversitelerde bulunmaktadır. AM dersleri genellikle lisans düzeyinde teknik seçmeli ders veya lisansüstü ders olarak açılmaktadır. Bununla birlikte, AM lisans düzeyinde ayrı bir bölüm olarak Üretim Süreçleri dersleri içinde de düşünülmektedir.

Üniversitelerin programlarında bulunan AM dersleri

Üniversite	Kurs Adı	Seviye
ODTÜ	3D Baskı ve Eklemeli imalat	Lisans
Yıldız Teknik Üniversitesi (YTE)	Eklemeli imalat	Lisans
Bursa Uludağ Üniversitesi	Eklemeli İmalat Yüksek Lisans Programı	Yüksek Lisans
Eskişehir Teknik Üniversitesi	Eklemeli imalat Yöntemleri	Yüksek Lisans
Düzce Üniversitesi	Eklemeli imalat	Lisans
İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ)	Eklemeli imalat Süreci ve Tasarımı	Lisans
Marmara Üniversitesi	Eklemeli imalat Teknolojileri	Yüksek Lisans
Sakarya Üniversitesi	Eklemeli imalat Teknolojileri	Yüksek Lisans
Sivas Bilim Üniversitesi	Metal Eklemeli imalat	Yüksek Lisans
Çankırı Karatekin Üniversitesi	Eklemeli imalat	Yüksek Lisans

6.2.3 Hibeler

ARNAVUTLUK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

AVUSTURYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

BELÇİKA

Digital Wallonia'nın bölgesel Geleceğin Endüstrisi programı, Wallonia'da endüstrinin dijital dönüşümünü sağlamak için 37 ortağın (profesyonel ve sektöre özel federasyonlar, araştırma merkezleri, kümelenmeler, vb) çalışmalarını koordine etmeye yardımcı olmuştur.

BOSNA HERSEK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

BULGARİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

HİRVATİSTAN

Mikrotrivornica, 3DPrintaj.com projesi kapsamında 2018-2020 yılları arasında Hırvatistan'daki kütüphanelere ve devlet okullarına 755 adet 3D yazıcı sağladı. IRIM - Croatian Makers ile ortaklık kurarak, doğrudan Google tarafından finanse edilen Hırvatistan'daki STEM devrimine katıldılar. Amaç, bölgedeki halk kütüphanelerini dijital maker alanlarına dönüştürmektir.

ÇEK CUMHURİYETİ

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

DANİMARKA

AM-LINE 4.0, Danimarka Teknoloji Enstitüsü tarafından 2018 yılında başlatılan dört yıl süreli bir projedir. Proje, Danimarkalı sanayi şirketlerinin metal ürünlerin 3D baskı üretiminin büyük potansiyelinden yararlanmak için gerekli bilgileri almalarını sağlamayı amaçlamaktadır. Metalde endüstriyel 3D baskı için yeni bir tanıtım ve bilgi merkezi, daha küçük Danimarkalı şirketlerin üretimlerinde 3D baskıyı kullanmalarını cazip hale getirecektir.

ESTONYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

FİNLANDİYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

FRANSA

Materialia, merkezi Metz'de ve şubesi Charleville-Mézières'de bulunan, malzeme ve süreçlere adanmış bir rekabetçilik kümesidir. Fransa'nın Büyük Doğu bölgesinde (Région Grand Est) faaliyet göstermesine rağmen, konumu aynı zamanda ulusaldır. CIMES, Üretim ve Üretkenlik performansı ve verimliliğine adanmış Fransız rekabet gücü kümelenmesidir. Fransız inovasyon sistemindeki stratejik paydaşlar, mevcut rekabetçilik kümeleri, çok sayıda ekonomik sektörde, yerel ve bölgesel düzeyde mevcut varlıklara ve bilgi birikimine dayanarak, her büyüklükteki yenilikçi şirketleri,

eğitim ve araştırma aktörlerini işbirliğine dayalı projeler etrafında bir araya getiren birliklerdir. CIMES, Fransa'daki uygun start-up'ları destekler ve hibe verir.

GKRY (KIBRIS RUM YÖNETİMİ)

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

ALMANYA

BMBF 2015 yılında "Eklemeli imalat - Bireyselleştirilmiş Ürünler, Karmaşık Toplu Ürünler, Yenilikçi Malzemeler (ProMat_3D)" finansman girişimini başlattı. 2017 yılında BMBF, Yüksek Teknoloji Stratejisi çerçevesinde teknolojinin daha fazla sanayileşmesini ve seri üretimi sağlamak amacıyla "Eklemeli imalat Süreçlerinin Hat Entegrasyonu" programını duyurdu. Almanya, 3D baskı araştırmaları yapan veya teknolojiye erişim sağlayan çok sayıda üniversite ve araştırma kurumu sayesinde yeni eklemeli imalat teknolojileri geliştiren start-up şirketleri için en uygun koşulları sunuyor. Önde gelen Alman risk sermayesi şirketi AM Ventures gibi risk sermayesi fonları, yıkıcı ve dünya çapında lider eklemeli imalat start-up'larına giderek daha fazla yatırım yapıyor.

Almanya'da 3D Baskı, AB ve Alman federal düzeylerinde bir dizi Ar-Ge programı tarafından desteklenmektedir. Araştırma ve İnovasyon Uzmanlar Komisyonu (EFI) ilk olarak 2015 yılında eklemeli imalatı kilit bir teknoloji olarak tanımlamıştır. O zamandan bu yana, Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı (BMBF) ve Federal Ekonomi ve Enerji Bakanlığı (BMWi) tarafından bir dizi program oluşturulmuştur.

Germany Trade & Invest, Almanya'nın eklemeli imalat sektöründeki araştırma mükemmelliği hakkında bilgi verir ve Almanya'da iş kurmak isteyen şirketlere pazar bilgisi ve hizmet desteği sağlamaktadır.

YUNANİSTAN

AM için hizmet, teknolojik çözümler, eğitim sağlayan bazı enstitüler mevcuttur.

HOLLANDA

Aşağıdakiler gibi kamu ve özel hibeler sağlanmıştır:

- Devlet hibesi: 1,73 B€ Akıllı Endüstri (2017)
- Devlet hibesi: 134 M€ (2016)
- Özel hibe: BOM Brabant Ventures tarafından AM_Flow'a (Amsterdam) verilen 4 milyon Avro
- Özel hibe: Highlands Beheer BV tarafından Additive Industries'e (Eindhoven) verilen 14 milyon Avro

MACARİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İZLANDA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İRLANDA

Aşağıdakiler gibi kamu hibeleri sağlanmıştır:

- Devlet hibesi: 2,1 M€ İnsan Sermayesi Girişimi Sütun 3
- Hükümet hibesi: 18,5 M€ İrlanda Bilim Vakfı
- Devlet hibesi: 500 M€ Yıkıcı Teknolojiler Fonu
- Hükümet hibesi: 4,3 M€ İrlanda Bilim Vakfı

İTALYA

AM'deki hükümet hibeleri Ulusal İyileşme ve Dayanıklılık Planı (PNRR) aracılığıyla sağlanmış ve ulusal yetkinlik merkezleri tarafından tedarik edilmiştir.

Ulusal İyileşme ve Dayanıklılık Planı (PNRR), müdahaleleri planlamak için gerekli olan altı misyon (tematik alan) halinde düzenlenmiştir. Daha sonra bu misyonlar, hem akademik (M2 "Yeşil Devrim ve Ekolojik Geçiş") hem de özel araştırmalar (şirketler için M1 "Dijitalleşme, İnovasyon" ve M4 "Araştırmadan şirketlere") için temel kolaylaştırıcı teknolojilerin geliştirilmesine yönelik yatırım ve reformlardan oluşan ve araştırma ve üretim dünyaları arasındaki etkileşimi teşvik eden belirli eylemleri planlamak amacıyla müdahale alanlarına eklenmiştir. Plan tarafından sağlanan hibeler kuruluşlara tahsis edilmiştir:

- 5 ulusal araştırma merkezi: Araştırma faaliyetlerine hibe yatırımı yapılmıştır,
- 11 yerel düzeyde inovasyon ekosistemi,
- 49 araştırma ve yenilikçi teknoloji altyapıları,
- Disiplinler arası, bütüncül, sorun çözme yaklaşımlarına dayalı araştırma ortaklıkları.

Tüm bunlar, tematik alanlarda araştırma yapılmasına yöneliktir, dolayısıyla AM'ye de odaklanmaktadır.

Ulusal yetkinlik merkezleri, uygulamalı araştırma projeleri Endüstri 4.0 (CIM 4.0), 100 bin Avro'ya kadar olan maliyetlerin %50'si oranında proje katkısı ile inovasyon, endüstriyel araştırma ve deneysel geliştirme projelerine destek (MADE), araştırma, geliştirme ve inovasyon projelerine destek (BI-REX) [37], fikir çağrısı (ARTES 4.0 ve SMACT) gibi AM'de teklif çağrılarının (veya hibelerin) yayınlanmasından sorumludur.

Avrupa Komisyonu, dijital geçiş üzerindeki doğrudan etkisi nedeniyle AM ile ilgili yeni bir proje olan Integradde'yi planladı. Özellikle, Doğrudan Enerji Biriktirme işlemi yoluyla sertifikalı metal parçaların üretimi için akıllı veri güdümlü boru hattı) geliştirilmesi için hibe sağlanacaktır. İtalyan "Prima Industry" şirketi, endüstriyel lazer sistemleri ve sac metal işleme makineleri alanında çalışan konsorsiyumun bir parçasıdır.

Primo Space Fund, uzay teknolojisi sektöründe uzmanlaşmış ilk İtalyan girişim sermayesi fonudur. Amaçları, uzay altyapısını oluşturan çözümlere, uzay endüstrisini mümkün kılan teknolojilere yatırım yapmaktır.

EUREKA! Venture SGR, Eureka! Fonu I - Teknoloji Transferi: Yatırımlar, İtalyan Üniversiteleri ve Araştırma Merkezlerinden çıkan yan ürünler ve yeni kurulan şirketlerde PoC, tohum ve erken aşama anlaşmalarına odaklanmaktadır. Eureka! Fonu tarafından desteklenen fikirler ve şirketler, fikri mülkiyet hakları konusunda net ve benzersiz bir vizyona sahip, malzeme bilimi ve mühendisliği alanındaki en son tescilli teknolojiler ve yenilikler açısından rekabet avantajına sahiptir.

KOSOVA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

LETONYA

Ulusal İyileşme ve Dayanıklılık Planı kapsamında, İş İnkübatörleri, İnovasyon Motivasyon Programı, Start-up destek programları ve diğer programlar aracılığıyla mali destek sağlanmaktadır.

Bazı fonlar aşağıdaki gibidir:

- Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu
- Ticarileştirme Reaktör Fonu
- Latvijas nacionālais attīstības plāns 2020

LİTVANYA

EcHoLas'ın amacı, iki ana teknolojinin uygulanmasıyla dijital yansıma hologramlarının yarı profesyonel üretimini sağlamaktır (holografik yazıcı cihazları için lazer ışık kaynakları olarak diyet lazer tabanlı modüller ve yeni basılmış hologramların kimyasal içermeyen gelişimi). Proje kapsamında, dijital hologram pazarında küresel bir etki yaratması beklenen, gerekli tüm bileşen ve aksesuarlara sahip ekonomik bir holografik lazer yazıcı geliştirilecektir.

Proje tarafından finanse edilmiştir:

- Horizon 2020'nin KOBİ Aracı.
- 2014-2020 Avrupa Birliği Fonları Yatırım Eylem Programı'nın "Endüstriyel Dijitalleşme KT".
- Vilnius'taki İmalat İnovasyon Vadisi, küçük imalatçılara, start-up'lara, teknoloji geliştiricilere ve araştırmacılara imalat faaliyetleri yürütmeleri, dijital yenilikler ve prototipler oluşturmaları ve yenilikçi fikirlerini test etmeleri için bir platform sağlamaktadır. Yaklaşık 20 farklı teknolojik alanda doğru tesisleri, üretim ekipmanlarını ve uzman tavsiyelerini sunacaktır.
- Manufacturing Innovation Valley projesi UAB Pažangios inovacijos tarafından yürütülmektedir. Proje, 01.2.1-LVPA-K-857-01 numaralı Dijital İnovasyon Merkezleri çağrısı kapsamında Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu tarafından finanse edilmektedir.

LÜKSEMBURG

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

MALTA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

KARADAĞ

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

KUZAY MAKEDONYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

POLONYA

Polonya Hükümeti, Polonya ekonomisini bir üst seviyeye taşıyacak eklemeli imalat gibi yeni teknolojilerin geliştirilmesini ve bu teknolojilere yatırım yapılmasını teşvik etmektedir ve yenilikçi Ar-Ge'yi desteklemek için hibeler ve diğer kaynaklar mevcuttur. Polonya'daki inovasyon yatırımlarının değeri yaklaşık 7,6 milyar dolardır ve son birkaç yılda 300'den fazla Ar-Ge merkezi kurulmuştur.

Polonya Hükümeti, vergi teşvikleri ve imalatla araştırma ve yeniliği desteklemek için güçlü bir hibe sistemi aracılığıyla ileri imalat ve endüstriyel dönüşümü desteklemek için çeşitli teşvikler sağlamaktadır. Bu projeler 163,6 milyon dolarlık bir bütçeye sahiptir ve Ulusal Araştırma ve Geliştirme Merkezi (NCBR) ve Polonya Kurumsal Gelişim Ajansı (PARP) tarafından denetlenmektedir.

Akıllı Büyüme Operasyonel Programı 2014-2020 kapsamındaki Özel Avrupa Projeleri de yenilikçi projelere adanmıştır.

2014-2020 AB fonları döneminde yaklaşık 89.000 Polonyalı şirket inovasyon için fon almış ve yaklaşık 8000 Ar-Ge projesi başlatılmıştır. 2021-2027 yılları için yeni perspektif başlatıldığından bu yana inovasyon, girişimcilik, dijitalleşme, altyapı, çevre koruma, enerji mühendisliği, eğitim ve sosyal amaçlar için 76 milyar Avro tahsis edilecektir.

Avrupa Fonları 2021-2027 yılları arasında havacılık sektörünün toparlanması için 25 milyar Avroluk bir fon planlamıştır. Otomotiv ve havacılık sektörlerindeki fonların planlanmasının nedeni, bu iki sektördeki büyümenin büyük ölçüde ileri teknolojilerin geliştirilmesine bağlı olması ve Polonya'da otomasyon ve eklemeli imalat alanındaki en son teknolojilere olan talebi artıracak olmasıdır.

PORTEKİZ

Araştırmada 2 program saptanmıştır.

- Rekabet 2020
- Portekiz 2020

ROMANYA

AM için insanları, kuruluşları ve şirketleri eğitmek ve destekleme amacı da üstlenen çeşitli enstitüler bulunmaktadır.

SIRBİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SLOVAKYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SLOVENYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İSPANYA

Programa Cervera adında bir finansman projesi bulunmaktadır.

İSVEÇ

Aşağıdakiler gibi kamu hibeleri sağlamıştır:

- Hükümet - İsveç-İsveç İnovasyon Girişimi: 78 M€
- Devlet - İsveç Eklemeli imalatında Tedarik Zincirinin Dijitalleştirilmesi (DiSAM): 7MSEK
- Devlet - Yaşam Bilimleri için Eklemeli imalat 32 MSEK

TÜRKİYE

Eklemeli imalat, imalat alanında geleceğin teknolojik konularından biri olarak tanımlanmıştır ve Türk hükümeti, AM'yi özel bir bölüm olarak içeren çeşitli hibe programlarını duyurmuştur. Bu hibe programları üniversiteleri, KOBİ'leri ve şirketleri AM konusunda teknolojik araştırma başlatmaya ve AM teknolojileri geliştirmeye teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Bu tür programlardaki temel amaç, Türkiye'de AM ekosistemi oluşturmak ve makinelerden yazılım geliştirmeye kadar AM teknolojilerindeki yetenekleri artırmaktır.

Devlet ve özel sektör tarafından AM'ye verilen hibeler:

Hibe Adı	Tedarikçi	Kullanıcılar
HAMLE Programı	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	Şirketler ve KOBİ'ler
Altyapı AM Araştırma Merkezlerinin Kurulması	Strateji ve Bütçe Başkanlığı	Üniversiteler
Sanayi için Ulusal Fonlar	TÜBİTAK TEYDEB	KOBİ'ler ve Şirketler
Akademik Araştırmacılar için Ulusal Fonlar	TUBİTAK ARDEB ve BİDEB	Üniversiteler ve Araştırma Merkezleri
Yakut	Savunma Sanayii Başkanlığı	TUSAŞ Motor Sanayi (TEI)
Elektron	Savunma Sanayii Başkanlığı	TUSAŞ Motor Sanayi (TEI)
ATOM	Savunma Sanayii Başkanlığı	TUSAŞ Motor Sanayi (TEI)
Lift-up projeleri	Türk Havacılık ve Uzay	Üniversite Öğrencileri (Lisans ve Yüksek Lisans düzeyinde)
Ufuk 2020	AB	Üniversiteler ve Endüstri
Erasmus +	AB	Üniversiteler ve Endüstri
Teknoloji Girişimciliği ve Ticarileştirme	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Kalkınma Ajansları	Sanayi, Üniversiteler ve Araştırma Merkezleri
Sanayileşme	Savunma Sanayii Başkanlığı	Sanayi, Üniversiteler ve Araştırma Merkezleri

6.2.4 AM Sektörü

ARNAVUTLUK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

AVUSTURYA

JKU Linz tarafından yürütülen bir çalışma, Avusturya'nın AM pazarındaki iyi düzeydeki konumunu ve uluslararası rekabet gücünü doğrulamaktadır. Avusturya'da şimdiye kadar ulusal düzeyde koordine edilmiş birkaç AM programı oluşturulmuş olsa da, son yıllarda aktif bir endüstriyel ve bilimsel topluluk ortaya çıkmıştır. Bu topluluk malzeme tedarikçilerinden sistem üreticilerine ve tasarımcılardan son kullanıcılara kadar uzanmaktadır.

BELÇİKA

Oldukça fazla sayıda büyük şirket ve Aerosint gibi giderek artan sayıda start-up bulunmaktadır. Ayrıca malzeme, teknoloji, işlem sonrası, ICT ve kalite değerlendirme alanlarında, Belçika'daki mevcut AM zorlukları ve endüstriyel ihtiyaçlarla başa çıkmak için önümüzdeki yıllarda yeni yenilikler getirecek çeşitli teknolojik eğilimler de vardır.

BOSNA HERSEK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

BULGARİSTAN

Bulgaristan'da AM alanında çalışan birkaç şirket bulunmaktadır. Bunlardan biri olan "B2N Eklemeli imalat ekosistemi" bu alandaki faaliyetleriyle dikkat çekmektedir. Şirket, 3D teknolojisinin rolünün daha iyi anlaşılmasını kolaylaştırmayı amaçlayan, eklemeli imalat için Balkan forumu olan "Additive Days" adlı yıllık etkinliğin organizatörü ve başlatıcısıdır. Bu etkinlik, baskı, mühendislik, tıp, işletme, bilim, eğitim, mimarlık, tasarım, moda vb. gibi farklı alanlarda eklemeli imalatın rolünün anlaşılmasını amaçlamaktadır.

HIRVATİSTAN

Birçok büyük ve orta ölçekli şirket AM ile ilgili çalışmalar yapmaktadır.

GE Additive: Metal tasarım ve üretimde bir dünya lideridir. Metal parçaların AM'si için Toz Yatağı Füzyon (PBF) makineleri geliştirme konusunda uzmanlaşmıştır. GE Additive'deki AddWorks ekibi, teknik ve ticari zorlukları çözmek için uygulamalar ve metodolojiler uygular. Şu sektörlerde faaliyet göstermektedirler; havacılık, askeri ve savunma, medikal, endüstriyel üretim, otomotiv ve uzay.

Mikrotrvornica: Prototip ve üretim ile sonuçlanan çok çeşitli eklemeli imalat ve dijital üretim teknolojilerini birleştiren Hırvatistan merkezli bir şirkettir. Şirket iki markayı hayata geçirmiştir:

Modax Makineleri: Aynı makinede hem FDM/FFF 3D baskı teknolojisini hem de CNC frezelemeyi aynı anda kullanarak parça üretimini mümkün kılan modüler makinelerden oluşan bir seridir. Proje, HAMAG-BICRO tarafından Yenilikçi Konsept Doğrulama Programı (PoC) fonlarıyla ortaklaşa finanse edilmektedir. 3DPrintaj.com: Eğitim programları, teknik "bilgi tabanı" ve değerli bloglar aracılığıyla 3D baskı bilgisini Hırvatistan'daki hedef gruplarla paylaşmak için bir platformdur. 3D yazıcıların, malzemelerin ve aksesuarların satın alınabileceği bir yerdir.

ÇEK CUMHURİYETİ

Eklemeli imalat alanı, Çek Cumhuriyeti'nde yaklaşık 15 yıldır uygulama düzeyinde geliştirilmektedir. Öncelikli alan polimer işlemedir. Çek şirketleri tarafından polimer 3D sistemlerinin gerçek anlamda geliştirilmesi son birkaç yılda gerçekleştirilmiştir. Avrupa finansmanı sayesinde Çek Cumhuriyeti hem devlet hem de kurumsal düzeyde altyapıya yatırım dönemine girmiştir. Metal eklemeli imalat teknolojileri iki üniversite bünyesinde ve bazı büyük ölçekli şirkette kurulmuştur.

DANİMARKA

Ürün geliştirme için 3D baskıyı fiilen kullanan Danimarkalı şirketlerin çoğu elektronik, plastik, cam ve beton endüstrisi ve elektronik ürün şirketleridir. 3D baskı teknolojisini kullanmayan şirketlerin yüzde 80'inin büyük bir kısmı AM için uygun süreçlere sahiptir. Genel olarak bu, Danimarka imalat sanayinde prototip yapmak ve ürünleri geliştirmek için teknolojiyi kullanma konusunda önemli bir potansiyel olduğu anlamına geliyor.

ESTONYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

FİNLANDİYA

Finlandiya'daki eklemeli imalat büyük hacimli parçalar ve prototipleme hizmetleri üzerinde yoğunlaşırken, Almanya, İngiltere veya diğer Avrupa ülkeleri gibi diğer ülkelerdeki üretim daha çok havacılık ve otomotiv endüstrisi için karmaşık ve özel parçaların küçük seri üretimine odaklanmaktadır. Bununla birlikte, geleneksel OEM'lerde, özellikle de tamamen yeni ürün ve süreçlerin geliştirilebileceği imalat uygulamalarında AM uygulamalarının büyüme potansiyeli vardır.

Finlandiya'daki AM ekosistemi, üniversitelerin, VTT'nin araştırma faaliyetleri ve ortaya çıkan birkaç hizmet bürosunun çıktıları üzerine inşa edilmiştir.

Metal AM'yi tamamlamak için, makine atölyeleri basılı bileşen için nihai işleme sağlamak üzere kullanılmaktadır. Daha fazla AM hizmet üreticisi ortaya çıktıkça, metal AM bilgisi yayılmış ve ilk metal baskıların siparişi, bu üretim teknolojisine yeni başlayan şirketler için daha kolay erişilebilir hale gelmiştir.

FRANSA

Fransa, AM sektörünün tüm segmentlerinde olgun bir pazardır: 3D yazıcılar, malzemeler ve sarf malzemeler, talep üzerine üretim hizmetleri, dosya depolama, 3D için yazılım ve işlem sonrası faaliyetler yapılmaktadır. 2019 yılında Fransa, Almanya, İtalya ve Birleşik Krallık'tan sonra eklemeli imalat (AM) sektöründe Avrupa'da 4. sırada yer almıştır. Fransa'daki eklemeli imalat sektörü yaklaşık 489 milyon Euro / 575 milyon ABD Doları ciroyu ve küresel eklemeli imalat pazarının %3'ünü temsil etmektedir.

GKRY (KIBRIS RUM YÖNETİMİ)

Hizmet sağlayıcı olarak çalışan iki şirket tespit edilmiştir (A.Kirmitsis Ltd ve M.D. Upstruct Additive Manufacturing Limited). AB fonlarının desteğiyle 2004 yılından bu yana iki Araştırma ve Eğitim Enstitüsü kurulmuş ve Eklemeli İmalat konusunda bazı girişimlerde bulunulmuştur.

ALMANYA

2020 yılında Alman eklemeli imalat sektörü, son yıllarda ortalamanın üzerinde bir büyüme oranıyla 1,6 milyar Euro ciro elde etti. Yaklaşık her üç büyük Alman sanayi şirketinden biri şu anda 3D baskı kullanıyor. Patent başvurularında Avrupa'da ilk sıradadır. Dünya çapındaki tüm eklemeli imalat şirketlerinin ¼'ü Almanya'da bulunuyor. Almanya'da 1,6 milyar Euro sektör cirosu - son yıllarda ortalamanın üzerinde büyüme oranı göstermektedir.

Daha önce Alman firmalarının %50'sinden azı AM kullanıyordu. Günümüzde, her zamankinden daha fazla Alman şirketi AM'nin olanaklarından haberdar. Almanya'da ilave AM'ye yönelik açık bir eğilim var. Alman firmaları küresel AM pazarında aktiftir ve bazıları büyük küresel oyuncular. Tüm Avrupa AM patentlerinin yaklaşık %50'sine katkıda bulunmaktadır. Yüksek teknoloji pazarı nedeniyle, Almanya, tüm Avrupa Birliği ülkeleri arasında en güçlü AM pazar potansiyelini sunmaktadır. Buna ek olarak, merkezi konumu komşu ülkelere tedarik için doğal bir merkez haline getirmektedir.

Alman firmalarının çoğu, ürünlerini dışarıdaki bir AM hizmet sağlayıcısından sipariş etmek yerine kendi AM yazıcılarında üretmeyi tercih etmektedir. Ayrıca, Alman pazarı, ABD'li AM ekipmanı ve malzemesi üreticileri için güçlü bir potansiyel sunmaktadır. Birçok ABD'li ihracatçı Almanya'da çok başarılı bir şekilde AM işlerini kurmuştur. AM çözüm paketleri, ilk kez yerel bir AM kullanıcısının yeni teknolojiyi benimsemesini kolaylaştırdığından, bazı ABD şirketleri yerel bir firma ile ortaklık kurmuştur.

YUNANİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

HOLLANDA

Birçok büyük ve orta ölçekli şirket AM metodu ile çalışmaktadır.

- Luxexcel: Luxexcel Group, Printoptical Teknolojisinin Mucididir. Patentli 3D baskı süreci, işlevsel optikler yapmak için özel olarak geliştirilmiş dijital bir teknolojidir. "Tek adımda CAD'den Optik'e" süreci, herhangi bir son işlem gerektirmeden 3D baskılı pürüzsüz optik bileşenlerin üretilmesini sağlar. Kullanıcıların tasarlanacak bir dosyayı yüklemelerine olanak tanıyor ve ürün 5 gün içinde geri gönderilir. Binary Lighting, Oligo ve Baretech müşterileri arasındadır.
- Additive Industries: Additive Industries bir SLM 3D yazıcı geliştiricisidir. Şirket MetalFAB1, MetalFAB-420, MetalFAB-420 autoloader, MetalFab-450 ve MetalFAB-600 gibi ürünler sunmaktadır. Havacılık, otomotiv ve enerji sektörlerinde aktiflerdir.
- AM-Flow: Yapay zeka destekli endüstriyel 3D baskı sistemleri sağlayıcısıdır. 3D parça tanıma, dijital üretim, ayırma konveyörü, paketleme, ürün taşıma ve tanımlama sistemleri dahil olmak üzere endüstriyel eklemeli imalat için uçtan uca çözümler sunar. Ayrıca izleme ve süreç yönetimi için otonom bir robotik sistem geliştirmektedir. Ürün ve süreç otomasyonu için yazılım sağlamaktadır.
- DiManEX: DiManEx, çeşitli dikey sektörler için tek noktadan endüstriyel (yedek) parça baskı hizmeti sunmaktadır. Dijital tedarik zinciri optimizasyonuna olanak tanır ve dünyanın herhangi bir yerindeki herhangi bir parçayı aynı kalite ve ticari standartta basma olanağı sağlar. Parçaları tanımlar ve üretilecek parça için bir endüstriyel yazıcı eşleşmesi bulur ve tasarımları güvenli bir şekilde depolar. Ayrıca kalite kontrol ve veri analitiği de

gerçekleştirmektedirler. Ortakları arasında Oceanz, TNO ve 3D Makers Zone bulunmaktadır.

- MX3D: Robotik kollar kullanan endüstriyel 3D yazıcı sağlayıcısıdır. Çok eksenli bir 3D baskı aracı, gelişmiş kaynak makinesi ve kontrol etmek için yazılımla donatılmış endüstriyel bir robot geliştirmişlerdir. Metalleri ve reçineleri havada desteksiz olarak basmayı hedeflemektedirler.
- Aectual: Aectual, 3D baskılı taban sistemleri sağlayıcısıdır. Akıllı bina ürünleri üretmek için robotik 3D yazıcılar ve yazılım araçları sağlar. Terrazzo dolgu özelleştirilmiş bir 3D baskı zemin sağlamak için Actual 3D yazıcıyı kullanır.
- Printr Printr, 3D yazıcı yönetimi için bir ERP bulut sistemi geliştirmişlerdir. ELEMENT adlı akış cihazı, USB aracılığıyla 3D yazıcıya bağlanır. Kullanıcı, herhangi bir dilimleme yazılımından üretilen tüm STL dosyalarını veya Gcode'u doğrudan yerel olarak veya FORMIDE hesabı aracılığıyla yazıcıya aktarabilir; bu, üreticiler, okullar ve ofisler için birden fazla yazıcıyı ve projeyi yönetebilecekleri uçtan uca bir ekosistemdir. Her büyük (mobil) platformda kullanılabilir olması, 3D yazıcılara her yerden bağlanmayı kolaylaştırır.
- Addoptics: Addoptics, eklemeli imalat kullanan bir polimer optik üreticisidir. Akıllı telefonlar ve aydınlatma için lensler sağlayan özel optiklerin prototipleme ve toplu üretimi için üretim hizmeti sunmaktadırlar.
- Manometric: 3D baskılı diş teli ve ortez sağlayıcısıdır. Hizmetleri arasında 3D Yazılım, 3D el tarayıcı ve dilimleme yazılımı bulunmaktadır. Destek, 3D Tarama ve 3D Baskı tekniği kullanılarak oluşturulur ve esnek ve sert plastik kombinasyonundan yapılır.
- 3D By Flow: 3D By Flow, çoklu malzeme basabilen FDM teknolojisine dayalı taşınabilir 3D yazıcı geliştirmiştir. Katlanabilir ve PLA, ABS, PET, laybrick, ahşap, biorubber, bronz, gümüş, cam kili, seramik, silikon, yenilebilir malzemeler ve biyo ve geri dönüştürülmüş plastiklerin filament ve macunlarını destekleyebilen değiştirilebilir ekstrüderlere sahiptir. Otomatik kalibrasyon özelliğine de sahiptir.

MACARİSTAN

Macar AM şirketlerinin ana alanı yazıcı üretimidir.

Şirket Envanteri:

- Craftbot
- Freedee
- Pab Mühendislik
- 3D Parade

İZLANDA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İRLANDA

Birçok büyük ve orta ölçekli şirket AM ile çalışmaktadır.

- MCOR: Endüstriyel 3D yazıcı sağlayıcısıdır. Renkli 3D yazıcıları standart ofis kağıdı, mürekkep püskürtmeli renkler ve su bazlı yapıştırıcı gibi malzemeler kullanır. Kullanıcılarının 3D dosyalara renkler, dokular, logolar ve haritalar eklemesini sağlayan bir yazılım geliştirmiştir. Mühendislik, eğitim, tıp, sanat, adli tıp ve arkeoloji sektörlerinde uygulamaları vardır.

- WAZP: Wazp, tasarımcıların tasarımlarını sunmaları ve satmaları için bir platform geliştirmiştir. Tasarımcıdan 3D yazıcı mağazasına ve müşteriye kadar 3D yazdırılabilir ürünlerin tedarik zincirini yapmaktadırlar. "We Grow" mücevher koleksiyonu için başarılı bir Kickstarter kampanyası yürütmüşlerdir.
- Love and Robots: Love and Robots, daha önce FabAllThings, akıllı telefon kılıfları, mücevherler, bardak altlıkları ve saatler olmak üzere dört kategoride özel nesneler oluşturmak için son teknoloji ürünü yüksek hassasiyetli yazıcılar kullanan Dublin merkezli bir 3D Baskı şirkettir. Kitle kaynaklı ürün tasarımlarının üretilip müşterilere teslim edildiği ya da müşterilerin kendileri tarafından indirilip basıldığı çevrimiçi bir tasarım topluluğudur.
- Advant Medical: Advant Medical, eklemeli imalat, enjeksiyon kalıplama, ürün geliştirme ve paketleme çözümlerinde uzmanlığa sahip bir tıbbi cihaz fason üreticisidir. Sunduğu ürünler arasında nörovasküler, kardiyovasküler, periferik vasküler, ortopedi, pıhtı yönetimi, stent ve balon ambalajları (dispenserler) bulunmaktadır. Şirket ayrıca hızlı prototipleme, pilot üretim, enjeksiyon kalıplama hizmetleri de sunmaktadır.
- IMAR: 3D baskı, tarama, veri analitiği ve IoT uygulama geliştirme hizmetleri sunar.

İTALYA

Aşağıdakiler gibi birçok büyük ve orta ölçekli şirket AM ile uğraşmaktadır:

- Beam It: Şirket, metal AM bileşenleri konusunda yüksek düzeyde uzmanlığa sahiptir.
- Guidetti Technology: Şirket, kaynak konusundaki bilgi birikimini ve 3D yazıcı (Delta sistemi), Fronius teknolojisi ve 6 eksenli robotik koldan oluşan ekipmanı müşterilerine sunarak AM teknolojilerinin benimsenmesiyle ilişkili avantajları sunmaktadır.
- Caracol AM: Şirket, çok çeşitli polimerleri ve kompozit malzemeleri pelet formunda işleyebilen hafif ve kompakt bir ekstrüder geliştirmiştir.
- Juno Design: Şirket, 3D modellemeyen yüksek performanslı 3D yazıcılarla prototip gerçekleştirmeye kadar çeşitli hizmetler sunuyor.
- 2021 yılında Messe Frankfurt İtalya, SPS İtalya ve Formnext tarafından desteklenen ilk Eklemeli İmalat Gözlemevi tarafından yürütülen bir çalışma şu bilgileri ortaya koymuştur; malzeme püskürtme ve toz yatağı füzyonu, AM teknolojileri arasındaki yerleşik konumlarını kanıtlamaktadır, mevcut olanlar arasında polimerlere ve metal malzemelere odaklanılmaktadır, sonuçlar öncelikle prototipleme için kullanılmaktadır.

KOSOVA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

LETONYA

Letonyalı AM şirketleri havacılık, danışmanlık, düşük hacimli/parti plastik parça üretimi, kalıp, 3D yazıcı üretimi, Ar-Ge, AM için tel, 3D baskı, 3D prototipleme sektörlerinde çalışmaktadır. FDM, Polyjet ve SLS bu şirketler tarafından kullanılan AM teknolojileridir.

Şirket Envanteri:

- Additive Technology Group (ATG)
- AM Craft
- Baltic 3D
- Mass Portal
- Materize

- PLM Group
- SMW Aerospace
- SMW Engineering
- 2AM

LİTVANYA

Litvanyalı AM şirketleri danışmanlık, protez-ortopedik cihazlar, prototipleme, 3D modelleme, 3D baskı, 3D tarama sektörlerinde çalışmaktadır. Binder Jetting, DMLS, FDM, MJF, SLA, SLM veya SLS bu şirketler tarafından kullanılan AM teknolojileridir.

Şirket Envanteri:

- Acatia
- Amera Labs
- APC Tooling
- Inorega
- InTechCentras
- ManuValley
- Ortho Baltic Implants
- Reklamos 4
- Smart Factory
- Wryedge
- 3D Creative
- 3D Prototipai

LÜKSEMBURG

Lüksemburglu AM şirketleri danışmanlık, büyük ölçekli eklemeli imalat, prototipleme ve AM, yazılım veya 3D Baskı için malzeme tedariki sektörlerinde çalışmaktadır. DMLS, FDM, MJP, SLA, SLM, SLS bu şirketler tarafından kullanılan AM teknolojileridir.

Şirket Envanteri:

- AM4AM
- AirTech
- Anisoprint
- Luxinnovation
- Ricoh
- Saturne Teknoloji
- 3D Print

MALTA

Maltalı AM şirketleri danışmanlık, seri üretim, ürün tasarımı ve geliştirme, prototipleme ve Ar-Ge sektörlerinde çalışmaktadır. FDM, SLA veya SLS bu şirketler tarafından kullanılan başlıca AM teknolojileridir.

Şirket Envanteri:

- Full Circle 3D
- Invent 3D
- Magigoo
- MECB AB Projeleri

KARADAĞ

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

KUZEY MAKEDONYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

POLONYA

Birçok büyük ve orta ölçekli şirket AM ile uğraşmaktadır.

Materialise: Şirket şu anda tamamen sertifikalı Katmanlı Üretim (Additive Manufacturing) üzerine odaklanmış olup, üretim, mühendislik, Ar-Ge, satış ve yazılım alanlarında faaliyetlerini artırmaktadır. Şirket, SLS teknolojisi için bir 3D baskı Yeterlilik Merkezi'nin inşası ile ilgili gelişmeler sağlamaktadır. Yazılım çözümleri ve dijital üretim hizmetlerinden oluşan bir platform sunmaktadır. Havacılık, otomotiv, gözlük, 3D baskı, mimarlık, sanat ve tasarım, medikal teknoloji, tüketici ürünleri, makine ve ekipman sektörlerinde faaliyet göstermektedir.

Polonya, Avrupa'da bir üretim gücü olarak büyümeye devam ediyor ve yenilikçi üretim teknolojilerine yönelik talep artıyor. 2021 yılında sanayi üretimi bir önceki yıla göre %14,8 daha yüksek gerçekleşmiştir. Polonya Hükümeti, Polonyalı şirketlerin yenilikçiliğini artırmak, 4.0 süreçleri hakkında bilgi paylaşmak ve robotik ve otomasyon gibi alanlarda yetkinlikler geliştirmek amacıyla 2019 yılında Endüstri 4.0 Platformunu başlattı. Avrupa Yatırım Bankası (AYB) 2021 Yatırım anketine göre, imalat sektörlerindeki Polonyalı firmaların çoğu (%56) en az bir ileri dijital teknoloji uygulamıştır.

PORTEKİZ

Portekizli AM şirketleri havacılık, danışmanlık, otomotiv, endüstriyel alet/kalıp, malzeme ve sarf malzemesi sağlayıcısı, medikal/dental, yazıcı sağlayıcısı veya prototipleme sektörlerinde çalışmaktadır. DLP, FDM, LPBF, MBJ, Polyjet, SAF, SLA veya SLS bu şirketler tarafından kullanılan AM teknolojileridir.

Şirket Envanteri:

- Adira
- AM Cubed
- Beeverycreativ
- Blocks
- Centimfe
- Codi
- Dimlaser
- Fan3D

- GLN
- Hypermetal
- WeAdd
- Xpim
- 3D Ways

ROMANYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SIRBİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SLOVAKYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SLOVENYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İSPANYA

İspanyol AM şirketleri danışmanlık, dental, post-processing, yazıcı sağlayıcı, prototipleme, Ar-Ge, test, 3D modelleme, 3D baskı, 3D tarama sektörlerinde çalışmaktadır.

Binder Jetting, DMLS, FDM, MJF, SLA, SLM veya SLS bu şirketler tarafından kullanılan AM teknolojileridir.

Şirket Envanteri:

- | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|
| • Aciturri | • Ceit | • Iddo |
| • Addibeba | • Cidetec | • Ideko |
| • Addilan | • Citd | • Idonial |
| • Addimen | • Createchmedical | • Ikor |
| • Addvance 3D | • Delaser | • Indart3D |
| • Aenium | • Delteco | • Industrias Alegre |
| • AIDIMME | • Dlyte | • Interallloys |
| • AIMEN | • Dynamical 3D | • Intermaher |
| • Aimplas | • Eceleni | • IT 3D Group |
| • Azterlan | • Egile | • Izadi |
| • BCN3D | • Entredsd | • Laboratorios 3D |
| • Bezzier | • Excelencia-Tech | • Leartiker |
| • Boloberry | • Fagor Automation | • Leitat |
| • Bronymec | • Gaiker | • Lortek |
| • CAF Digital Manufacturing | • Hervel | • Madit |
| • Catec | • Hiperbaric | • Maflow |
| | • Ibarmia | • Maqcenter |

- Maquinser
- Materialise
- Mause3D
- Mecanizados Aranda
- Meltio
- Moso 3D
- MTorres
- Naitec
- Navantia
- Nippon Gases
- Optimus 3D
- Polifluor
- Prima Power
- Print 3D Solutions
- Quipplan
- Renishaw
- Samylabs
- Sariki
- Scan 3D Print
- Sicnova
- Tecnalia
- Tekniker
- TheSteel Printers
- Tknika
- Technical Marine Bureau
- Trititive
- Trimek
- TUmaker
- Undo Prototipos
- Verot
- Zayer
- Ziknes
- 3D Incubator
- Pixel Sistemas

İSVEÇ

Birçok büyük ve orta ölçekli şirket AM ile uğraşmaktadır.

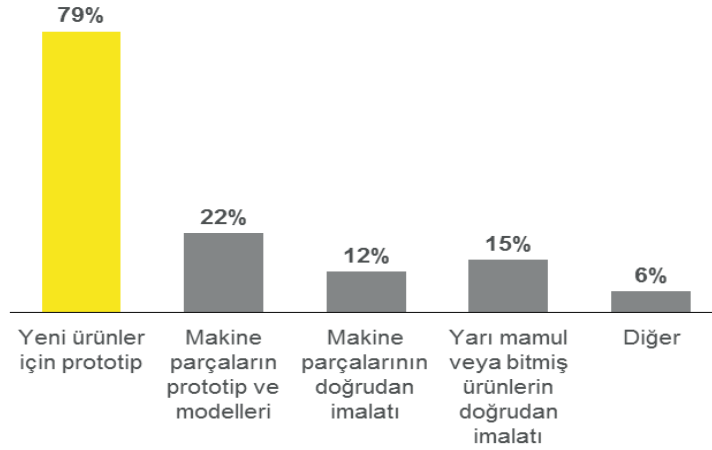
- Cellink
- Volumental
- Wematter
- Arcam
- Anatomic Studios
- Aim Sweden
- Zyyx 3D Printer
- Volvo Construction Equipment
- Valinge Innovation Sweden
- Things
- Exmet
- Acron
- Digital Mechanics
- 3D Burrito

İsveç'in AM ile ilgili güçlü yönleri arasında, ülkenin genel olarak malzeme geliştirme ve özellikle de küresel toz üretimi açısından sağladığı tartışmasız liderlik en çarpıcı olanıdır. Carpenter Powder Products, Erasteel, Höganäs, Sandvik ve Uddeholm gibi İsveçli toz üreticilerinin niş uzmanlık alanları ve İsveç üniversiteleri ve enstitülerinde mevcut olan önemli alan uzmanlığından elde ettikleri malzeme araştırma ve geliştirme açısından önemli destek sayesinde ülke, küresel metal tozu pazar payının etkileyici bir şekilde %25'ini elde etmektedir. Bununla birlikte, şimdiye kadar ağırlıklı olarak demir tozlarına odaklanılmış ve toz üretiminin çok az bir kısmı AM'ye ayrılmıştır.

TÜRKİYE

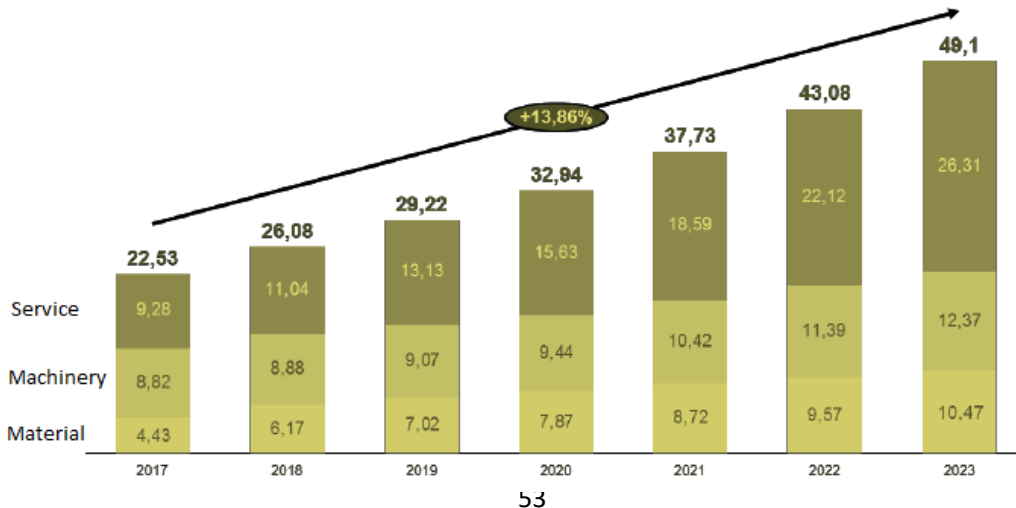
Eklemeli imalat teknolojileri farklı sektörlerde kullanılmaktadır: medikal, dental, savunma, havacılık, makine, otomotiv, elektronik, polimer ve diğerleri. Bunlar arasında medikal ve dental sektörler, implantlar ve bazı medikal ve dental prototipler gibi ürünlerinde AM kullanan en olgun sektörlerdir. Havacılık ve uzay sektörleri son yıllarda Türkiye'de oldukça popülerdir ve bu sektörlerin önde gelen şirketleri hem makine hem de kalifiye personel konusunda AM'ye büyük yatırımlar yapmaktadır. Savunma şirketleri AM'ye büyük ilgi duymaktadır, ancak bu şirketler AM parça boyutları ve malzeme çeşitliliği sınırlı olduğu için AM konusunda bazı isteksizliklere sahiptir. Otomotiv endüstrisi, üretim süresi ve oranları nedeniyle AM'ye hala şüpheyle yaklaşmaktadır. Bununla birlikte, tüm sektörler AM hakkında bilgi sahibidir ve yakın gelecekte AM'yi kullanma ve AM'ye yatırım yapma niyetleri vardır. AM'nin sektörlerdeki kullanımı aşağıda gösterilmiştir. Prototipleme hala büyük bir yüzdeye sahip olsa da, yeni yarı ve nihai ürünlerin doğrudan üretimi artmaktadır.

3BB kullanım amaçları (Tüm firmalar)



Türkiye'deki AM Pazarında pek çok yabancı AM şirketi bulunmaktadır. Türk AM şirketlerinin çoğu küresel AM şirketleriyle ortaklık kurmakta ve Türkiye'deki sektörlerde AM sistemleri ve ürünleri tedarik etmektedir. Özel sektörde bazı girişimler olsa da, bu girişimlerin etkisi sınırlıdır ve zamana ve daha fazla yatırıma ihtiyaç duymaktadır. Bununla birlikte, Türkiye AM pazarı oldukça canlı, istekli ve hızlı büyümektedir.

Türkiye AM sektörü temel olarak hizmet, makine ve malzemeden oluşmaktadır. AM pazarındaki artış dramatiktir ve hizmet sektörü pastanın büyük bölümüne sahiptir.

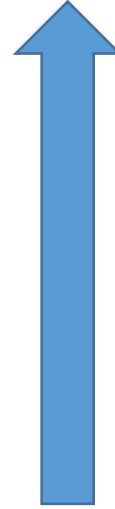


Sektör, AM teknolojisini öncelikle yeni ürünlerin prototiplenmesi ve üretimi için kullanmaktadır. Bu nedenle, polimerik AM makineleri ve teknolojileri Türkiye'de yüksek oranda kullanılmaktadır. Özellikle kuyumculuk sektörü balmumu kalıpları üretmek için DLP yöntemini kullanmaktadır.

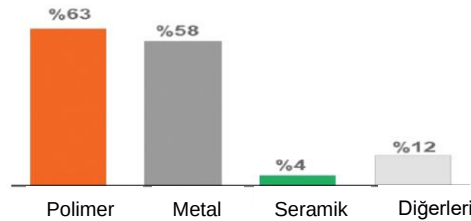
Savunma ve otomotiv endüstrisi FDM ve SLS'yi hem prototipleme hem de fonksiyonel parçalar için kullanmaktadır. Toz yatağı süreçleri ve makineleri metal tozları kullanır ve havacılık ve savunma şirketleri bu yöntemi fonksiyonel prototipler ve test edilecek ve kullanılacak makine bileşenleri için kullanmayı tercih etmektedir. WAAM ve DED yöntemleri, ticari makine ve uygulama eksikliği nedeniyle sektörde nadiren kullanılmaktadır. BJ, döküm gibi bazı sektörlerde büyük potansiyele sahip olmasına rağmen, sektörde çok sınırlı pratik kullanıma sahiptir. Aşağıdaki tablo, Türkiye'deki AM sektörlerinde AM teknolojilerinin kullanım sırasını vermektedir.

AM Teknolojisinin Kullanım Oranı Sırası

Kaynaşmış Biriktirme Modellemesi (FDM)
Seçici Lazer Sinterleme (SLS)
Doğrudan Işık İşleme (DLP)
Stereolitografi (SLA)
Lazer Toz Yatağı Füzyon Prosesleri (L-PBFP)
Elektron Toz Yatağı Füzyon Süreçleri (E-PBFP)
Tel Ark Eklemeli imalat (WAAM)
Yönlendirilmiş Enerji Biriktirme (DED)
Binder Jetting (BJ)
Diğerleri



AM makinelerinde filament, toz ve reçine olmak üzere farklı formlarda hammaddeler kullanılmaktadır. Polimerler reçine, filament ve toz formunda üretilir ve Türkiye'deki AM makinelerinde kullanılan AM hammaddelerinin çoğu polimerdir. Metaller de toz ve tel şeklinde üretilmektedir. Tozlar PBFP ve DED makinelerinde kullanılırken, tel sadece WAAM'de kullanılmaktadır. Metal, sektörde en çok kullanılan ikinci malzemedir. Seramik ise sadece toz şeklinde üretilmekte ve AM'de bağlayıcılarla işlenmektedir. Seramik malzemeler sektörde çok sınırlı kullanılmaktadır. Aşağıdaki tablo, Türkiye'deki AM sektöründe malzeme kullanımının genel yüzdesini göstermektedir.



6.2.5 Projeler ve Patentler

ARNAVUTLUK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

AVUSTURYA

“Addmanu” öncü projesi, Yukarı Avusturya'daki plastik ve mekatronik kümelenmesinin 'Endüstri için AM' girişimi ve BMK adına Additive Manufacturing Austria yol haritasından ortaya çıkan içgörüler gibi devam eden birçok araştırma faaliyeti, işbirliğine dayalı ulusal bir yaklaşımla erişilebilir hale gelen potansiyeli göstermektedir.

BELÇİKA

STREAM konsorsiyumu, AM değer zincirinin farklı segmentlerinden endüstriyel ortaklardan oluşmaktadır: malzeme üreticileri, AM-teknoloji şirketleri, yazılım geliştiriciler, işleme sonrası ve işlevselleştirme uzmanlığına sahip şirketler ve farklı pazar segmentlerindeki son kullanıcılar (havacılık, medikal, PVC ürünleri). Oluşum, gerekli AM'yi tanımlamak için çok önemlidir.

BOSNA HERSEK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

BULGARİSTAN

Bulgaristan'da ulusal bir girişimler bulunmaktadır- CAD/CAM/CAE&PLM teknolojilerinde bilginin geliştirilmesi için 3C ACADEMY, AB programları kapsamında finanse edilmektedir.

HIRVATİSTAN

Aşağıdaki AM projesi geliştirilmiştir:

INEX-ADAM (INcreasing Excellence on Advanced Additive Manufacturing): Bu proje Avrupa Birliği'nin Horizon 2020 araştırma ve inovasyon programından fon almıştır. Bu projenin genel amacı, Zagreb Üniversitesi Makine Mühendisliği ve Gemi İnşaatı Fakültesi'nin (UNIZAG FSB) ayrılmaz bir parçası olan Eklemeli Teknolojiler Merkezi (CATEh) bünyesinde Eklemeli imalat (AM) alanında araştırma için mükemmeliyet ve yenilikçi kapasiteyi önemli ölçüde güçlendirerek UNIZAG FSB'de ağ oluşturmayı geliştirmek ve teknoloji eksikliklerini azaltmaktır. Farklı Avrupa ülkelerinden çeşitli kurumların da katılımı olmuştur; AIDIMME, İsveç'teki Lund Üniversitesi, Avusturya Madencilik Üniversitesi, İngiltere'deki Brunel Üniversitesi Londra

ÇEK CUMHURİYETİ

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

DANİMARKA

AM-LINE 4.0, Danimarka Teknoloji Enstitüsü tarafından 2018 yılında başlatılan dört yıl süreli bir projedir. Projenin amacı, Danimarkalı sanayi şirketlerinin metal ürünlerin 3D baskı üretiminin büyük potansiyelinden yararlanmak için gerekli bilgiyi sağlamaktır. Metalde endüstriyel 3D baskı için yeni bir tanıtım ve bilgi merkezi, daha küçük Danimarkalı şirketlerin üretimlerinde 3D baskıyı kullanmalarını cazip hale getirecektir.

ESTONYA

Avrupa sanayisini dijitalleştirme çabalarının bir parçası olarak, Akıllı Sanayi Merkezi (SmartIC), Estonya'daki Tallinn Teknoloji Üniversitesi (TalTech) ve Tartu'daki Yaşam Bilimleri Üniversitesi'nin (ULS) Ar-Ge çalışmalarını birleştirerek akıllı üretim araştırmalarını ilerletmektedir. Her iki üniversitede de yeni ve yenilikçi laboratuvarlarla desteklenen proje, ülkenin akıllı üretim araştırmalarındaki rolünü güçlendirmiş ve küresel rekabet gücünü artırmıştır.

FİNLANDİYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

FRANSA

Fransa AM endüstrisi ağırlıklı olarak Horizon, Erasmus+, Marie Curie programlarının AB projelerine katılmaktadır. Safrane, Addup ve Renault gibi büyük şirketlerin yanı sıra CEA, CETIM ve IRT gibi araştırma merkezleri de bu projelerden faydalanmaktadır. Start-up'lar Materaila, CIMES ve EMC2 gibi bölgesel kümelenmeler aracılığıyla bu AB programlarına dolaylı olarak katılmaktadır.

GKRY (KIBRIS RUM YÖNETİMİ)

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

ALMANYA

Almanya'daki BMWi, "Ekonomi için Dijital Teknolojiler (PAiCE)" teknoloji yarışmasının bir parçası olarak SAMPL ve ADD2Log da dahil olmak üzere çeşitli projeleri desteklemektedir. Her iki finansman hattı da özellikle orta ölçekli şirketler ve araştırma kurumlarından oluşan konsorsiyumlara yöneliktir. BMBF ayrıca Dresden bölgesinde bulunan "Zwanzig20" Agent3D konsorsiyumuna da destek sağlamaktadır.

YUNANİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

HOLLANDA

Birçok proje AM teknolojileri ile ilgilenmektedir.

- Grade2XL: Grade2XL, WAAM malzemelerinin ve süreçlerinin hızlı gelişimini teşvik etmek için değer zinciri boyunca ortakları bir araya getiren ortak bir geliştirme programıdır. Grade2XL, üstün kalite ve performansa sahip çok malzemeli ürünler sunacaktır. WAAM'ın yüksek baskı hızı, malzeme özelliklerini nano ölçeğe kadar kontrol etme becerisiyle birleştiğinde, güçlü ve dayanıklı mühendislik yapıları inşa etmeyi mümkün kılacaktır.
- 3DMed: 3DMed, 3D baskılı cihazlar kullanarak tıbbi tedavinin satın alınabilirliğini ve büyük ölçekli erişilebilirliğini artırmayı amaçlamaktadır. Bu hedefe, tıbbi uygulamalar için en son 3D baskı teknolojilerinin TRL'sini artırarak ve bunları rutin klinik uygulamalarda kullanılmak üzere modern, hızlı, uygun maliyetli bir yazılım platformuna entegre ederek ulaşılabilecektir.
- InShaPe: Yakın zamanda başlatılan AB projesi InShaPe'nin amacı metal bazlı eklemeli imalatı daha da geliştirmektir. Geliştirilmiş üretim süreci, örneğin malzeme türü ve geometrisi tarafından belirlenen hedef nesne için en uygun ışın şeklini belirlemek için programlanabilir yoğunluk dağılımına ve yapay zeka tekniklerine sahip yüksek performanslı bir optik modüle dayanmaktadır. InShaPe ayrıca kalite analizi için

- multispektral görüntülemeyi, yani farklı dalga boylarındaki ışığın eşzamanlı olarak gözlemlenmesini eklemeli imalat alanına entegre eden yenilikçi bir süreç izleme ve kontrol sistemi geliştirmektedir. 2015 yılından bu yana Hollanda'da tescil edilen AM patentleri 1.700'den fazladır.

MACARİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İCELAND

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İRLANDA

Birçok proje AM teknolojileri ile ilgilenmektedir.

- AERIALIST - Metamalzeme Kullanan Gelişmiş Uçak Gürültüsü Azaltma Cihazları
- Valf bileşenlerinin akıllı üretimi için Eklemeli ve Soğuk Püskürtme Tekniklerinin Uygulanması (IMPACT)
- Yeni Nesil Eklemeli İmalata Doğru Soğuk Püskürtmenin Gelişimi
- Yeni nesil 3D baskı için yüksek entropili alaşımların yeni bileşimleri ve mikroyapı evrimi

İTALYA

Son birkaç yılda üniversiteler ve yetkinlik merkezleri tarafından AM üzerine çeşitli araştırma projeleri geliştirilmiştir:

- Floransa Üniversitesi: RetroFix - MANUNET III projesi
- Bologna Üniversitesi: ACMEC - Geleceğin Mekanik Teknolojileri için Eklemeli imalat ve Siber-Fiziksel Teknolojiler

AMAC araştırma grubu (Bologna Üniversitesi):

- AUTOR3DICOLARI - AM aracılığıyla otonom ızgara kabuğu yapımı
- POC - WAAM teknolojisi ile uyumlu mobil 3D yazıcı,
- AGRİAM - DED son derece özelleştirilmiş fonksiyonel enjeksiyon kalıplarının ark üretimi,
- SHARKY - Hafif alüminyum bazlı ürünlerin serbest tasarımı için işçi merkezli programlama
- ADDRESS for Future

Milano Politeknik:

- Amatho
- Burner 4.0
- Made 4.0 SIADD
- SAM

Ulusal Yetkinlik Merkezleri:

- CIM 4.0: "ADI", "AMC", "BLAPO-FREE" (40 bin € fon), "RICROCO" (40 bin € fon), "SCAM" (20 bin € fon), "SIMPADD",
- MADE 4.0: "EXO3AGE", "PASSO",
- BI-REX 4.0

2015 yılından bu yana İtalya'da geliştirilen AM patentleri 38'dir.

İtalyan Uzay Ajansı, doğrudan UUI'de dijital ve otomatikleştirilmiş nesnelerin üretimine yönelik ilk adımı temsil eden plastik nesnelerin üretimini test etmek için tamamen otomatikleştirilmiş bir 3D yazıcının Uluslararası Uzay İstasyonu'na (UUI) getirildiği " Portable On-Board Printer 3D" projesini geliştirdi.

KOSOVA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

LETONYA

Aşağıdaki çalışmalara ulaşılmıştır;

- Al-Mg-Sc alaşımlarının tel şeklinde 3D baskıda (Eklemeli imalat) daha fazla kullanım için modifikasyonu, elde edilen malzemenin test edilmesi, özelliklerin elde edilmesi
- Eklemeli imalat için nano parçacıklarla güçlendirilmiş hafif alaşımların katılması sırasında elektromanyetik işleme
- Protez baskısı için özelleştirilmiş entegre yazılıma sahip deneysel 3D yazıcı
- Geri dönüştürülmüş plastikten 3D Baskı filamenti
- FDM ve SLS endüstriyel 3D baskı teknolojisinin uçak iç parçalarının seri imalatında uygulanabilirliği EASA güvenlik standartlarıyla uyumlu 3D yazdırılabilir uçak iç parçalarının geliştirilmesi
- 3D endüstriyel baskı çözümlerini mevcut tedarik zincirlerine entegre ederek havacılık endüstrisinin ihtiyaçlarını çözme
- Havacılık ve uzay endüstrisinin mevcut tedarik zincirine endüstriyel 3D baskı entegrasyonuna yönelik ihtiyaçlarının karşılanması
- Endüstriyel 3D yazıcılarla otomatik bir üretim hattı kurarak dijital olarak kontrol edilebilir plastik parça üretimi.

LİTVANYA

Aşağıdaki çalışmalara ulaşılmıştır;

- Meslek liselerindeki elektrik-elektronik öğretmenleri için 3D baskı eğitim modülleri
- RIS ülkelerinde talep odaklı eklemeli imalat becerilerinin geliştirilmesi
- VETRIANGLE - Mesleki Eğitim Eğitim Üçgeni ile Web Tabanlı Öğrenmenin Teşviki
- 3DP - AB Yenilikçiliğini ve Yaratıcılığını Teşvik Etmek İçin 3D Baskı Eğitimi

LÜKSEMBURG

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

MALTA

Aşağıdaki çalışmalara ulaşılmıştır;

- 3DP - AB Yenilikçiliğini ve Yaratıcılığını Teşvik Etmek İçin 3D Baskı Eğitimi
- Yüksek basınçlı hidrolik contaların eklemeli imalatı

KARADAĞ

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

KUZEY MAKEDONYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

POLONYA

Birçok proje AM teknolojileri ile ilgilenmektedir.

AM teknolojileri öncelikle havacılık ve uzay sektöründe araştırılmaktadır. AM üzerine bazı projeler geliştirilmiştir:

- AMgAvio: Havacılık uygulamaları için SLM teknolojisi ile işlenen magnezyum bazlı alaşımlar, Wrocław Bilim ve Teknoloji Üniversitesi tarafından koordine edilen Polonya Ulusal Araştırma ve Geliştirme Merkezi (PNC R&D) tarafından finanse edilmektedir.
- AMpHORA: NCBIr tarafından finanse edilen ve Wrocław Bilim ve Teknoloji Üniversitesi tarafından koordine edilen Yenilikçi Uçak Teknolojisi Geliştirme için Eklemeli imalat Süreçleri ve Hibrit Yöneylem Araştırması
- InnsLOT: Wrocław Bilim ve Teknoloji Üniversitesi tarafından koordine edilen, Polonya Ulusal Araştırma ve Geliştirme Merkezi (PNC R&D) tarafından finanse edilen, karmaşık ince duvarlı, nikel bazlı uçak motoru bileşenlerinin üretimi için yenilikçi eklemeli imalat yönteminin geliştirilmesi
- ReCover: Nicolaus Copernicus Üniversitesi tarafından koordine edilen Polonya Ulusal Araştırma ve Geliştirme Merkezi (PNC R&D) tarafından finanse edilen renyum, bileşenleri ve alaşımlarının özellikleri, uygulama alanları ve yöntemleri ile katmanlar ve kaplamalar
- TiSPHERO: IMN tarafından koordine edilen KIC RawMaterials tarafından finanse edilen özel uygulamalar için hurdalardan küresel tozların üretimi

Diğer öne çıkan projeler şu şekildedir;

Geleceğin üretim tesisi, 3M'in Wrocław'daki Super-Hub'ı: Gelişmiş otomatik bir üretim ve tedarik zincirine, dronlar tarafından kontrol edilen modern emniyet ve güvenlik önlemlerine sahip 3M SuperHub tesisi, güvenlik ve endüstri, ulaşım ve elektronik, sağlık ve tüketici çözümleri alanlarında üretim yapan Avrupa'daki en büyük 3M üretim merkezidir. Şirket, hem 3M tesislerinde hem de tüketicilerle işbirliği içinde tedarik zincirlerinde daha az enerji ve su tüketimi, atık azaltımı ve karbon ayak izi için süreçleri optimize etmek üzere büyük veri ve yapay zekadan (Endüstri 4.0) yararlanan geniş otomasyon ve dijitalleşme alanlarında yenilikçi çözümler sunmaktadır.

PORTEKİZ

Aşağıdaki çalışmalara ulaşılmıştır;

- ADD.Additive – Add additive manufacturing to Portuguese industry
- Additive cooling
- Add Milling to Additive Manufacturing.
- ADMIRE - Endüstri ve üniversiteler arasında Eklemeli imalat için bilgi ittifakı
- BAMOS - Biyomalzemeler ve Eklemeli imalat
- CLAIMM - AM'de Bilgi ve Becerilerin Oluşturulması

- DESTINE - Avrupa Tasarım Teknikleri Ligi
- PAMI - Portekiz Eklemeli imalat Girişimi
- PRINT-AID - Baskı teknolojileri ve antimikrobiyal işlevselliği birleştiren kişiselleştirilmiş anti-enfektif tıbbi cihazların geliştirilmesi için multidisipliner Avrupa eğitim ağı
- SAM - Eklemeli İmalatta Sektör Becerileri Stratejisi
- SAMT SUDOE - Plastik işleme ve kalıp endüstrilerinde eklemeli imalat ve ileri malzeme teknolojilerinin yaygınlaştırılması

ROMANYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SIRBİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SLOVAKYA

SOSA'nın uzayla ilgili projeleri AM konusunda uygulanmaktadır.

SLOVENYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

İSPANYA

Aşağıdaki çalışmalara ulaşılmıştır;

- ALFA - AM endüstrisi için yeni çözümlerin araştırılması
- AMable
- Ampere - Çok kriterli optimizasyonu destekleyen yüksek Paralel ve Enerji Verimli hesaplama için Model güdümlü bir geliştirme çerçevesi
- APEM-AM
- Bio3D - Biyomedikal ürünler için biyomalzemelerin eklemeli imalat çözümleri üzerine araştırma
- Bioprintia - Diz osteoartiküler patolojilerinin Yapay Zeka ve 3D baskı ile üretilen hücreleştirilmiş implantlarla özelleştirilmiş tedavisi için yeni teknolojilerin endüstriyel araştırması
- Cardiopatch - Kardiyak Rejeneratif Tıp ve Miyokard Enfarktüsü tedavisine uygulanan 3D baskı
- Cardioprint - Hesaplamalı olarak modellenmiş insan ölçeğinde terapötik kardiyak dokuların üretimi için gelişmiş çok işlevli 3D biyofabrikasyon
- CAxMan - Eklemeli imalat için Bilgisayar Destekli Teknolojiler
- CEFAM - Metal malzemelerin eklemeli imalatında mükemmelliğin yakalanması için stratejik program
- CLLAIM – Eklemeli İmalatta Bilgi ve Beceri Yaratmak
- COMSENSO - WAAM Sensörlü çok malzemeli lazer destekli Eklemeli imalat teknolojisi
- CUSTODIAN - Kusursuz lazer tabanlı üretim için özelleştirilmiş fotonik cihazlar
- DAAMAS - Büyük Havacılık Yapıları için Tel Ark Eklemeli imalat süreçlerinin geliştirilmesi
- DESTINE - Avrupa Tasarım Teknikleri Ligi

- EWIRA - Kritik uçuş uygulamaları için AM parçalarının tasarımı ve üretimi
- I4MS - İmalatçı KOBİ'ler için ICT İnovasyonu
- Nemarco - Uçak parçalarında kobaltın yerini alacak yeni üretim yolları (NiCrSiFeB alaşımları için)
- NINFA - Tüm tedarik zincirine uyarlanmış eklemeli imalatde yeni değerlendirme, tasarım ve denetim yöntemleriyle havacılık ve uzay çözümlerinin geliştirilmesi için araştırma
- OPTIFLY3D - Yüksek gereksinimli havacılık bileşenlerinin üretimi için uyarlanabilir tasarım ve topolojik optimizasyonun gelişmiş üretim teknolojileri ile entegrasyonu üzerine araştırma
- PROTECTOR - Hibrit teknoloji LMD-CNC ile metal malzemelerin üretimi için üst düzey koruma sürecinin geliştirilmesi
- Readi - Eklemeli imalatde Mükemmeliyet Ağı
- SAM - Eklemeli İmalatta Sektör Becerileri Stratejisi
- Triankle - Osteoartiküler hastalıklardan muzdarip hastalar için 3D teknolojisi ile üretilen yenilikçi kişiselleştirilmiş kolajen ve jelatin bazlı implantlar
- Validdantenness - Havacılık ve uzay uygulamaları için antenlerin eklemeli imalatının doğrulanması
- Vet in 3D - Mesleki eğitim ve öğretim operatörleri arasında yenilik ve fırsatları
- 3D2Act - Sosyal Girişimcilik Yoluyla Endüstri 4.0 ve 3D Teknolojilerinin Teşvik Edilmesi: Sürdürülebilir Bir Gelecek için Yenilikçi Bir Program

İSVEÇ

Birçok proje AM teknolojileri ile ilgilenmektedir.

- 3D-Action: Yeni nesil ürün ve üretim çözümleri için 3D baskı 16 MSEK
- MANUELA: Metal Pilot Hattı Kullanılarak Eklemeli imalat. 15.6 M€
- ProThin: İnce duvarlı ve dar kanallı bileşenlerin sağlam eklemeli imalatı
- Eklemeli İmalat Uygulama Merkezi'nin kurulması MSEK
- Eklemeli imalatde KOBİ'ler için ulusal test ortamı 1.5 MSEK
- DREAM - MEtal Eklemeli imalatde veri odaklı süreç kontrolü
- DiDAM - Eklemeli İmalatın sanayileşmesini sağlayan Dijitalleşme için Altyapı Gösterimi

TÜRKİYE

Türk hükümeti ve özel sektör, AM teknolojileri alanında farklı türde projeleri desteklemektedir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TÜBİTAK, AM teknolojileri alanında özel sektör, üniversiteler ve araştırma merkezleri için çeşitli proje çağrıları duyurmuştur. Bu proje çağrıları sektörlerden gelen talep ve ihtiyaçlara göre sınıflandırılmıştır. Proje konuları, makine, yazılım, donanım, sensörler, kontrol ve optik ekipmanlar gibi AM'deki yenilikçi teknolojik alanlardır.

Ayrıca, AB tarafından finanse edilen Katılım Öncesi Yardım (IPA) projeleri de mevcuttur ve AM Teknolojileri alanında finanse edilen birkaç IPA projesi bulunmaktadır.

IPA projeleri listesi Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Rekabetçi Sektörler Programı

Proje Başlığı	Yardımanın Son Alıcısı	Konum
DiMAP - Doğrudan Dijital Üretim Platformu	Sabancı Üniversitesi	İstanbul
ALUTEAM: Alüminyum Sektörünün Dijital Dönüşümü için Ortak Araştırma Merkezi	Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi	İstanbul
Akıllı Teknolojiler Tasarım, Geliştirme ve Prototipleme Merkezi (STEDEC)	Konya Karatay Üniversitesi	Konya
Eskişehir Tasarım ve İnovasyon Merkezi (EDIC)	Anadolu Teknoloji Araştırma Parkı San. ve Tic. A.Ş.	Eskişehir

Son iki yılda tescil edilen Ulusal Patentler*

Patent No	Patent Başlığı	Patent Sahibi
2022/012724	Eklemeli Üretim Üretim Ve Risk Maliyetleri Hesaplama Sistemi Ve Yöntemi	Norm Eklemeli İmalat Teknolojileri Anonim Şirketi
2022/005269	Eklemeli İmalat Makinesi Ünitesi	Ermaksan Makina Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi
2021/021555	Toz Yatağı Füzyon Ek Fabrikasyon Makinelerinde Toz Tabakasını Isıtma Yöntemi	Sentes-Bir Metalurji Kimya Enerji Üretim Ve Geri Dönüşüm Teknolojileri Sanayi Ticaret Anonim Şirketi
2021/020076	Püskürtme İle Eklemeli Üretim Yöntemi	Tahir Soyugüzel
2021/019677	Hızlı Değiştirilebilen Çok Boyutlu Eklemeli İmalat Tablası Sistemi	Alper Canbolat, Bayram Berk Tanrısevdi
2021/017773	Geleneksel Veya Eklemeli İmalat İle Yapılan Statik Karıştırıcının Termal Yönetim Sistemi	Bursa Uludağ Üniversitesi
2021/004413	Fotopolimer Kullanarak Metal Veya Seramik Katkılarla 3d Baskı İçin Katkılı Üretim Yöntemi Ve Bu Yöntemi Kullanan 3d Yazıcı	T.C. Erciyes Üniversitesi
2020/22131	Doğrudan Enerji Girişli Metal Dolgu Katkılı Üretim Yöntemi	Coşkunöz Kalıp Makina Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi
2020/19776	Cam Ürünleri Yapmak İçin 3 Boyutlu Metal Ek Kalıpların Geliştirilmesi	Merkad Makina Kalıp Sanayi Ve Ticaret Limited Şirketi

* Tüm liste <https://www.turkpatent.gov.tr/arastirma-yap?form=patent> web sitesinden 'Eklemeli İmalat veya üretim' yazarak elde edilebilir. 50'den fazla sonuç çıkacaktır.

6.2.6 AM'deki Zorluklar

ARNAVUTLUK

Şu anda hükümet gelenekselden AM'ye geçişi aktif olarak desteklememektedir. Arnavutluk'ta AM'ye doğru entegrasyon için şirketler ve hükümet aracılığıyla AM teknolojilerine ilişkin çok sayıda araştırma yapılması gerekmektedir.

AVUSTURYA

Avusturya'da bu amaçla, ulusal ve uluslararası düzeyde etkili faaliyetler için tüm kilit paydaşları içeren disiplinler arası değer zincirinin tamamında eklemeli imalatın güçlendirilmesi ve yaygınlaştırılması için çaba sarf edilmektedir.

BELÇİKA

Belçika, AM alanında mavi yakalı ya da beyaz yakalı nitelikli işgücü sıkıntısı çekmektedir. Bu sorunun üstesinden gelmek için, AB üyesi olmayan ülkelerden gelen göç kuralları, AM mühendisleri ve tıp ve yazılım geliştirme gibi diğer kritik uzmanlıklar için hariç tutulmuştur.

BOSNA HERSEK

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

BULGARİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

HIRVATİSTAN

Rapor edilen bilgiler, AM alanındaki kamu ve özel hibelerin sınırlı olduğunu ve bu alana yönelik proje sayısının az olduğunu göstermektedir. Dahası, AM uzmanlarının ve AM teknolojilerinde çalışacak şirket, işverenler ve öğrenciler için eğitim eksikliği belirtilmektedir.

ÇEK CUMHURİYETİ

Çek Cumhuriyeti Endüstri 4.0 girişimi SWOT analizinde, eklemeli imalat uygulamaları alanında kendi know-how'ının olmamasını bir tehdit olarak göstermektedir.

ESTONYA

Küçük bir ülke olan Estonya'da sadece birkaç büyük uluslararası şirket vardır ve mekanik imalat yapan mühendislik şirketlerinin çoğu KOBİ'dir (<100 çalışan). Bu da yeni ve bilinmeyen bir teknolojiye yapılacak önemli bir yatırımın yüksek risk taşıdığı anlamına gelmektedir. Bu nedenle mühendislerin ve karar vericilerin teknolojinin yeteneklerini artırma ve üretim süreçlerinde uygulanması için AM ile tanışmaları çok önemlidir.

FİNLANDİYA

Finlandiya AM endüstrisi için zorluk, kuruluşların yeni teknoloji ve uygulamalar geliştirmek için AB finansman araçlarını çekmelerine yardımcı olacak ulusal bir inovasyon stratejisini koordine etmektir. Finlandiya'daki geliştirme faaliyetleri bir dereceye kadar AM'ye odaklanan yeni start-up'lar yaratmıştır. Ancak bu, temel malzemeleri işlemek için yeni makineler içeren AM hizmet sağlayıcıları, tüketici düzeyinde malzeme ekstrüzyon teknolojilerinin geliştirilmesi ve temel AM hizmetlerine danışmanlık ile ilgili her türlü hizmeti sağlayan küçük şirketlerle sınırlı kalmıştır.

FRANSA

Fransa'daki AM endüstrisi için temel zorluk dildir. Ülkede İngilizce eğitim sistemi zayıftır ve bu da küresel AM değer zincirine entegrasyonu zorlaştırmaktadır.

GKRY (KIBRIS RUM YÖNETİMİ)

Ekllemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

ALMANYA

Almanya'daki başlıca zorluklar:

- Eğitim ve öğretim
- Endüstrinin güçlendirilmesi
- Standartlar
- Araştırma konularının tanımı
- Strateji: Konumlandırma ve uluslararasılaştırma

Pandemi, Almanya da dahil olmak üzere küresel ekonomileri güçlü bir şekilde etkiledi. Alman hükümeti, Alman ekonomisinin 2022 yılına kadar pandemi öncesi seviyelere ulaşacağını tahmin ediyor. Ekonomisinin 2021'in ikinci çeyreğinde toparlanmaya başlaması ve bunun da AM ekipmanlarına yönelik talep artışını tetiklemesi beklenmektedir.

YUNANİSTAN

AM ile üretilen ürünlerin karlılığı geleneksel üretime göre daha düşüktür. Bir diğer sorun ise AM malzemeleri için sertifikasyon eksikliğidir. Enstitüler, standardizasyonlar nedeniyle AM'yi üretim hatlarına entegre edememekte veya değiştirememektedir. Son olarak, AM için tasarım bilgisi, üretimlerin uygulanabilir olması için uygun seviyede değildir.

HOLLANDA

Rapor edilen bilgiler, AM teknolojilerinin potansiyelinin hükümet ve özel şirketler tarafından kabul edildiğini ve bunun sonucunda kamu ve özel hibelerin sağlandığını göstermektedir. Fonlar, AM teknolojileri hakkındaki mevcut bilginin sınırlarını zorlamayı amaçlayan araştırma projelerinin yanı sıra eğitim ve öğretimi teşvik etmek için kabul edilmiştir (AM uzmanlarının eğitimi ve AM süreçleri ve malzemelerindeki bilgi ilerlemesi gibi).

MACARİSTAN

AM teknolojisini yazıcı üretiminin ötesinde endüstriyel sektöre entegre etmek yönünde zorlukları rapor etmişlerdir.

İZLANDA

AM hala yeni ve gelişmekte olan bir üretim yöntemi olarak kabul edilmektedir.

İRLANDA

AM ilk olarak 1980'lerin ortalarında konsept modeller, tasarım veya işlevsel prototipler ve görselleştirme araçları üretmek için ticari olarak kullanılmış olsa da, yazıcı ve malzeme teknolojisindeki daha yeni gelişmeler AM'nin üretim akımları, yedek parçalar ve son kullanım ürünleri gibi uygulamalara genişlemesini sağlamıştır. AM şu anda öncelikle düşük hacimli parça üretimi için kullanılıyor, ancak aynı zamanda yavaş yavaş daha genel üretim süreçlerinin değerli bir parçası haline geliyor. Yine de yakın zamanda yapılan bir araştırma, kurumsal AM

kullanıcılarının yüzde 63'ünün teknolojiyi prototipleme için kullandığını, sadece yüzde 21'inin AM'yi başka bir üretim teknolojisiyle üretilmeyen ürünler için kullandığını ortaya koymuştur.

İTALYA

Eklemeli İmalat Gözlemevi tarafından yürütülen çalışmada rapor edildiği üzere, AM teknolojilerinin kitlesel olarak benimsenmesinin önündeki ilk engel, AM teknolojileri hakkında yeterli bilgi ve yeterli özel eğitime sahip uzmanların bulunmamasıdır. En büyük zorluk, üniversitelerin ve diğer araştırma kurumlarının danışmanlığında belirli laboratuvarlarda eğitim yatırımlarının yapılabilmesidir.

KOSOVA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

LETONYA

Şu konularda zorluklara karşı çalışmalar raporlanmıştır;

- Şirketlerde yenilikçi çözümlerin uygulanmasını desteklemek.
- Şirketler ve eğitim kurumları arasındaki işbirliğinin teşvik edilmesi.
- Özel AM eğitim kurslarının geliştirilmesi.

LİTVANYA

Şu konularda zorluklara karşı çalışmalar raporlanmıştır;

- Şirketlerde yenilikçi çözümlerin uygulanmasını desteklemek.
- Öğrenciler, gençler ve yetişkinler arasında 3D baskı becerileri yeterliliği eğitiminin geliştirilmesini teşvik etmek.

LÜKSEMBURG

Şu konularda zorluklara karşı çalışmalar raporlanmıştır;

- Lüksemburg endüstrisinde AM teknolojilerinin mevcut kullanımının konsolide edilmesi.
- Özel AM eğitim kurslarının geliştirilmesi.

MALTA

Erasmus+ projesi 3DP'nin temel amacı Romanya, Polonya, İspanya, İtalya, Litvanya ve Malta'dan öğrenciler, gençler ve yetişkinler arasında 3D baskı becerileri yeterliliğini artırmak olduğundan, 3D Baskı alanında eğitimin geliştirilmesine yönelik açık bir ilgi bulunmaktadır.

KARADAĞ

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

KUZEY MAKEDONYA

Malzeme varyasyonları üretime tamamen entegre olmak için yeterli değildir. Maliyet ve nihai kalite açısından geleneksel üretim ile karşılaştırmalar yeterli değildir.

POLONYA

Polonya ileri imalat alanındaki fırsatları yakalamak için olgunlaşmış olsa da, ülkenin Polonya sanayisini geride bırakabilecek bazı engelleri aşması gerekmektedir (örneğin, belirli düzenlemeler ve teknolojik standartların eksikliği, bu alandaki uzman eksikliği, mevcut dijital teknolojilerin sınırlamaları ve yeni çözümleri benimseme konusundaki isteksizlik). Ayrıca yapay zeka ve

robotların kullanımına yönelik etik ve yasal standartlar getirilmesine ihtiyaç vardır; bu tür standartlar AB düzeyinde tartışılmaktadır.

Ancak son analizler, Polonya'nın endüstriyel otomasyon ve üretim teknolojisinde büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Fırsatlar şunları içerir:

- Eklemeli imalat ekipmanları
- Sensörler ve aletler
- Elektrik motoru ve aktüatörler
- Elektrik röleleri ve endüstriyel kontrol ekipmanları
- Malzeme taşıma ekipmanları
- Endüstriyel robotlar
- Metal kesmek ve metal parçaları şekillendirmek için takım tezgahları
- Takım tezgahları parçaları
- Üretim uygulamaları için araçlar
- Kaynak ve lehimleme ekipmanları
- Plastik ve kauçuk üretim ekipmanları
- Endüstriyel kalıplar

Polonya'da Endüstri 4.0'ın geliştirilmesine yönelik temel unsurlar olarak IoT, gelişmiş analitik, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve genel yenilikçi çözümler için de beklentiler bulunmaktadır.

PORTEKİZ

- Standardizasyon ve malzeme spesifikasyonu
- Yapı hacmi geliştirme
- Üretim hızı
- Tekrarlanabilirlik ve tekrarlanabilirlik
- Yüzey kalitesinin iyileştirilmesi
- Süreç anlayışı ve belgelendirme
- Tedarikçilerin belgelendirilmesi
- Mühendislik geliştirme
- Teknoloji farkındalığı
- Profesyonellerin eğitimi
- Tedarik zinciri optimizasyonu

ROMANYA

En büyük sorun AM'de standardizasyon eksikliğidir. Şirketler AM'yi mevcut üretim hatlarına entegre edememektedir.

SIRBİSTAN

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SLOVAKYA

Eklemeli imalat alanında büyük ölçekli çalışmalar ve politikalara erişilememiştir.

SLOVENYA

AM'ye uygun şekilde adapte olmak için daha fazla AR-GE'ye ihtiyaç vardır.

İSPANYA

- Nihai üründe gerekli özellikleri elde etmek için teknik sınırlama.
- Üretim hızı ve hacmi.
- Parçaların ve nihai ürünlerin belgelendirilmesi.
- AM'nin diğer üretim yöntemlerine entegrasyonu.
- Hammadde, makine ve/veya nakliye maliyeti.
- Tasarımla ilgili düşünce tarzında değişim.
- İşlem sonrası gerekliliği.
- Sınai mülkiyet, vergilendirme ve üretilen ürünlerin güvenliği.

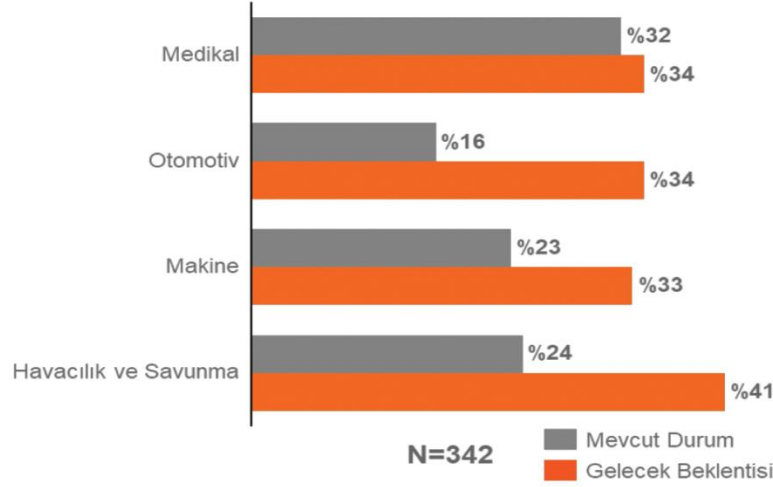
İSVEÇ

İsveç'in güçlü malzeme teknolojisi konumu, hem mevcut malzemelerin değerlendirilmesi hem de ortaya çıkan AM ihtiyaçlarını karşılamak için tamamen yeni malzemeler geliştirilmesi söz konusu olduğunda oyunun kurallarını değiştirebilir. Bu, toz teknolojisi alanındaki en iyi uygulamaları kullanarak rekabetçi bir maliyetle metal AM uygulamaları için hızlı malzeme geliştirme stratejileri geliştirmeye yönelik uyumlu bir çaba sarf etmek için ideal bir temel oluşturabilir.

Hem toz yatağı hem de toz teknolojileri hammadde olarak toz kullandığından, böyle bir çaba, yeni işlevler sağlamak ve uygulama yelpazesini genişletmek için AM malzeme portföyünü artırmaya yönelik acil ihtiyacı ele almanın ayrılmaz bir parçasıdır. Bunun için İsveç'in medikal sektördeki bilinen başarısından ilham alınabilir; bu başarı, özellikle dişçilik ve tıbbi cihaz segmentleri için yeni malzeme türlerinin ve bağlantılı süreçlerin geliştirilmesine yönelik kapsamlı araştırmalarla desteklenmiştir. Spesifik bir örnek olarak, AM için havacılıkla ilgili hafif alaşımların geliştirilmesine benzer bir odaklanma, sadece bir niş oluşturmakla kalmayıp aynı zamanda diğer yan uygulamalara da yol açma potansiyeline sahiptir. Genel olarak, İsveç'in toz teknolojisindeki gücü, AM'nin sanayileşmesi için önemli bir kolaylaştırıcıdır.

TÜRKİYE

AM'nin olgunluk seviyesi, AM kullanılan ürünlerin tasarımında ve üretiminde AM'nin nasıl kullanıldığının, uygulandığının ve anlaşıldığının bir ölçümüdür. Bu ölçümde önde gelen dört sektör vardır ve bunlar Medikal, Otomotiv, Makine ve Savunma ve Havacılık olarak sıralanabilir. Aşağıdaki görselde, sektörlerin mevcut ve öngörülen olgunluk seviyeleri yüzde olarak verilmiştir. Medikal sektörü hem ortopedik hem de dental implant üretimini içermektedir. Medikal sektörler hem polimer hem de metal AM teknolojilerine uzun yıllardır aşinadır, bu nedenle olgunluk seviyesi beklendiği gibi yüksektir. Havacılık ve Savunma sektörleri Türkiye'de AM'ye çok fazla ilgi duymaktadır ve gelecekte öngörülen olgunluk seviyesi yüzdesi medikalden daha yüksektir çünkü havacılık ve savunma AM teknolojileri, malzemeleri ve AM mühendislerine önemli miktarda yatırım yapmıştır. Ayrıca, bu sektörün önümüzdeki on yıllarda AM kullanarak çok sayıda ürün üretmesi beklenmektedir. Makine sektörü AM konusunda hevesli olmakla birlikte, yüksek yatırım maliyeti ve kalifiye işgücü ihtiyacı nedeniyle hala bir şüpheye sahiptir. Aslında, AM için en kritik sektör otomotivdir. Üretim hacmi ve miktarları diğer sektörlerle göre son derece yüksektir. Ancak otomotiv sektörü mevcut durumda AM'nin üretim süresini ve miktarını rekabetçi bulmamaktadır.



Beş yıl içinde farklı sektörlerde AM'nin mevcut ve gelecekte öngörülen olgunluk seviyesi

Eklemeli imalat teknolojileri yüksek teknoloji makinelere ve yüksek kaliteli malzemelere ihtiyaç duymaktadır. Makine ve malzeme tedarikçileri genellikle yurt dışından ve yabancı para birimleri ile ithal edilmektedir.

ABD Doları ve Avro döviz kurlarının yüksek olması nedeniyle, bu tür makinelerin ve malzemelerin toplam maliyeti, AM'ye yatırım yapmak isteyen KOBİ'ler ve girişimciler tarafından karşılanamamaktadır. Buna ek olarak, AM'ye aşına olan şirketlerin sayısı hala sınırlıdır ve bu nedenle AM hizmet şirketleri işlerini sürdürmekte zorlanmaktadır. En fazla talep havacılık ve uzay şirketlerinden gelmektedir, ancak bu tür şirketlerin sayısı ve kapasitesi çok azdır ve bu şirketler kendi AM tesislerine yatırım yapmakta ve yurtdışındaki AM tedarikçileriyle iletişime geçmektedir. Dolayısıyla, AM ekosistemi büyümekte ve iş kapasitelerini genişletmekte zorlanmaktadır.

AM sektöründe mühendisler, teknisyenler, operatörler ve donanım/yazılım mühendisleri açısından vasıflı kişilere hala ihtiyaç duyulmaktadır. AM bilinci ve AM'nin uygulama kabiliyetleri birçok KOBİ'de henüz iyi anlaşılmamıştır.

Özellikle toz halindeki hammaddelerin ithalatı ve nakliyesi özel kısıtlamalar altındadır. Metal tozları üretimi yüksek teknolojik makineler gerektirmektedir ve bu alanda bir veya iki şirket mevcuttur. En çok kullanılan metal tozları, özellikle Ti-6Al-4V ve diğer süper alaşım tozları yerel olarak üretilmemekte ve ithal edilmektedir. Bu tür tozların üretiminin olmaması, ürünlerin teslim süresini ve toplam maliyeti artırmaktadır.

Lazer, AM'de son derece kritik bir teknolojidir çünkü AM makinelerinin çoğu ısı kaynağı olarak lazer kullanır. AM makinelerinde kullanılan bir lazer sistemi, lazer rezonatör, ışın profilleyici, galvo tarayıcı, lensler, soğutma üniteleri ve diğer ekipmanların bir kombinasyonudur. Yerli lazer sistemi markası geliştirmek ve üretmek için bazı özel girişimler olmasına rağmen, yeterli değildir.

Ayrıca, lensler, optik aparatlar, yazılım ve donanımın yanı sıra gaz sistemleri de yurt içinden tedarik edilememektedir ve bu nedenle yatırımcılar AM makinelerine veya sistem geliştirmeye para yatırmaya istekli değildir.

Türk devleti, AM'nin geliştirilmesi ve kullanımı konusunda özel sektörü, araştırma merkezlerini ve üniversiteleri teşvik etmek için bir niyet ortaya koymuştur. Hükümet, kurulan ulusal araştırma merkezlerine, laboratuvarlara ve araştırma projelerine hibeler vermiştir. Bu tür girişimler AM'nin olgunluk seviyesini artırsa da, yukarıda bahsedilen teknolojilerdeki bağımlılık hala devam etmektedir.

Raporların Sonuçlandırılması

3D baskı olarak da bilinen Eklemeli imalat (AM), bir 3D modele dayalı olarak katman katman malzeme ekleyerek nesneler oluşturma sürecidir. Çeşitli süreçlerin bir araya getirilmesinden oluşur. İnsanlar AM'yi yüzyıllardır bilmeden kullanıyor olsalar da, AM'nin resmi gelişimi 1970'lerde 3D CAD sistemlerinin ortaya çıkmasıyla başlamıştır.

1980'lerde ve 1990'ların başında, Stereolitografi (SLA), Seçici Sinterleme (SLS), Eriyik Yığma Modelleme (FDM) ve Lamine Nesne Üretimi (LOM) dahil olmak üzere çeşitli hızlı prototipleme süreçleri geliştirilmiştir. Bu süreçler AM teknolojilerinin büyümesi için temel oluşturmuştur. Başlangıçta, AM öncelikle prototipleme için kullanılıyordu, ancak şimdi tanımlanmış arayüzler ve belirlenmiş gereksinimlerle endüstriyel üretime doğru genişledi.

AM, Gelişmiş Endüstriyel Robotik, Endüstriyel Nesnelerin İnterneti (IIoT), Elektrikli Araçlar (EV) ve Endüstriyel Biyoteknoloji (IB) ile birlikte üretimde oyunun kurallarını değiştiren teknolojilerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu teknolojiler işgücü verimliliğini önemli ölçüde artırma ve çeşitli sektörleri dönüştürme potansiyeline sahiptir.

AM pazarı hızla büyümektedir. Wohlers Report 2021'e göre, ürünler ve hizmetler dahil olmak üzere küresel AM endüstrisi 2020 yılında %19,5'lik bir büyüme oranıyla 15,24 milyar dolara ulaştı. Pazar, ürünler (AM sistemleri, malzemeler, yazılım vb.) ve hizmetler (AM sistemlerinde üretilen parçalardan elde edilen gelirler) olarak ikiye ayrılıyor. Polimer AM pazarı, metal AM pazarından yaklaşık 2,5 kat daha büyüktür.

AM çeşitli sektörlerde uygulama alanı bulmuştur. Tıp endüstrisi başlıca sektörlerden biridir ve onu havacılık ve savunma, otomotiv ve enerji sektörleri takip etmektedir. AM, endüstri performans standartlarını karşılayan karmaşık ve yüksek kaliteli parçaların üretimine olanak sağlar. Özelleştirmeye, tasarımda yeniliğe ve hafif bileşenlerin üretimine olanak sağlar.

AM ile ilgili patent başvuruları hızla artmaktadır. Avrupa Patent Ofisi sadece 2018 yılında AM buluşları için 4.000'den fazla patent başvurusu almıştır. Endüstriyel uygulamalar, makineler ve süreçler, malzemeler ve dijital teknolojiler inovasyonun ana alanlarıdır. Tıp ve sağlık sektörleri en fazla patent başvurusunun yapıldığı sektörler olurken, bu sektörleri enerji ve ulaşım sektörleri takip ediyor.

Eğitim ve öğretim, AM teknolojilerinin benimsenmesi ve ilerlemesinde çok önemli bir rol oynamaktadır. Çeşitli üniversiteler, makine üreticileri, hammadde üreticileri, hizmet büroları ve kuruluşlar eğitim ve öğretim programları sunmaktadır. Ancak, AM teknolojisi ve malzemelerinin sürekli gelişimi, eğitim ve öğretimin güncel tutulması konusunda bir zorluk yaratmaktadır.

AM'de ele alınması gereken sınırlamalar ve teknolojik engeller vardır. Bunlar arasında parça boyutundaki sınırlamalar, tasarım kısıtlamaları, küçük seri üretim için uygunluk, malzeme seçenekleri ve AM parçalarının anizotropik özellikleri yer almaktadır. Bu engellerin üstesinden gelmek ve AM teknolojilerinin yeteneklerini geliştirmek için çaba sarf edilmektedir.

AM aynı zamanda potansiyel sürdürülebilirlik faydaları açısından da kabul görmektedir. Yalnızca gerekli miktarda malzeme kullanarak üretim atıklarını önemli ölçüde azaltabilir. AM'nin çevresel faydaları, artan çevresel kaygılar ve ilgili politikalar göz önüne alındığında, Avrupa'da benimsenmesi için potansiyel bir itici güç olarak tanımlanmıştır.

Özetle, AM bir prototipleme sürecinden endüstriyel bir üretim sürecine dönüşmüştür. Hızlı bir pazar büyümesi yaşamakta, çeşitli sektörlerde uygulamalar bulmakta ve patent başvuruları yoluyla inovasyonu teşvik etmektedir. AM teknolojilerinin benimsenmesini ve ilerlemesini desteklemek için eğitim ve öğretim önemlidir. Sınırlamaların üstesinden gelmek ve AM'nin sürdürülebilirlik faydalarından yararlanmak için çaba sarf edilmektedir.

6.2.3. Anket

Anket 34 sorudan oluşmaktadır; Ankete 254 yanıt alınmıştır. Proje ortakları anket sorularının iki dilde olmasına karar vermiştir: İngilizce ve Bulgarca. Amaç, AM'nin şirketlerde/kurumlarda nasıl uygulandığını anlamaktır. Her bir soruya verilen yanıtlar grafik şeklinde görselleştirilmiş ve değerlendirilmiştir.

S: Kuruluşunuzun türünü seçin



Teknolojinin büyük şirketler ve eğitim kurumları tarafından takip edildiği açıktır. Eğitim kurumlarının yüksek çıkma nedeni proje ortaklarının oluşturduğu ağıdır; ortakların yarısı eğitim ve öğretim kurumlarıdır. Büyük şirketlerin katılımının fazla olmasının nedeni ise AM'ye yatırım gereksiniminin diğer teknolojiler göz önüne alındığında yüksek olması ve bu sebeple daha fazla ağ oluşturmalarıdır. Üçüncü en büyük payın KOBİ'lere ait olduğunu görmek ilginçtir, bu da potansiyeli göstermektedir.

S: Kuruluşunuzun ana faaliyeti/sektörü nedir?



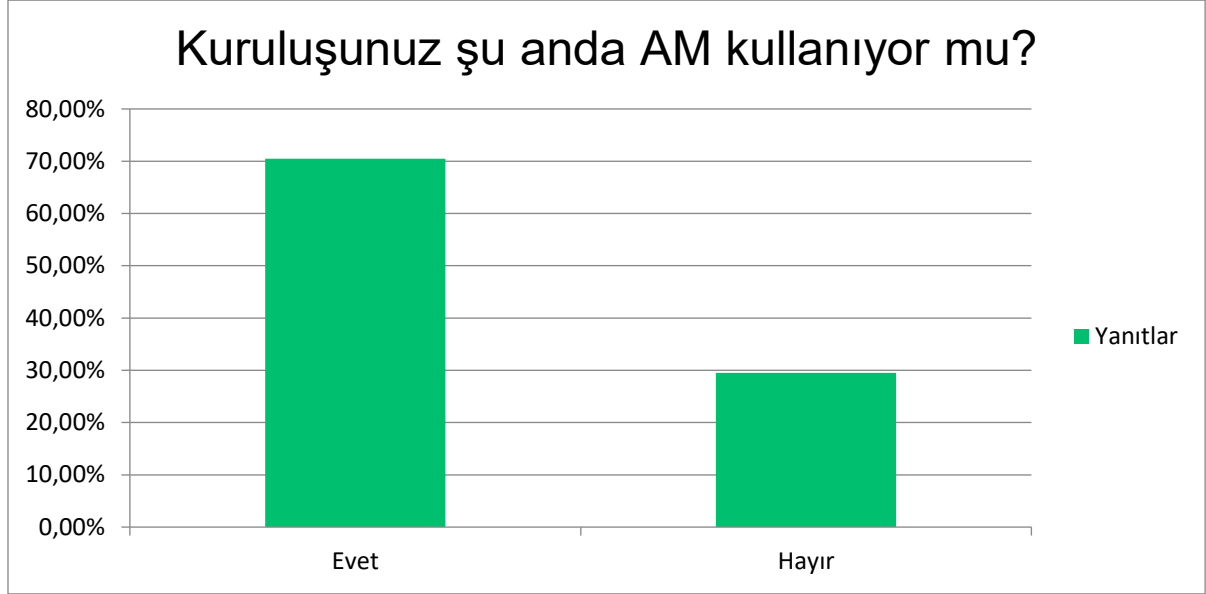
Anket sonuçlarının bileşimi yine ortaklar ağını ortaya koymaktadır. En çok işaretlenen ikinci cevap olarak "diğer" seçeneğini görmek ilginçtir. Diğer; Demiryolu Taşıtları İmalatı, Metal / Alaşım tozu Üreticisi, Eklemeli imalat, Araştırma, Nükleer, AM Hizmet Bürosu

S: Kuruluşunuzun merkezi hangi ülkede bulunuyor?



Anket sonuçlarının bileşimi yine ortaklar ağını ortaya koymaktadır. En çok işaretlenen üçüncü cevabın "diğer" olması ilginçtir.

S: Kuruluşunuz şu anda AM kullanıyor mu?



S: Gelecekte kuruluşunuzda AM teknolojilerini kullanmayı / uygulamayı planlıyor musunuz?

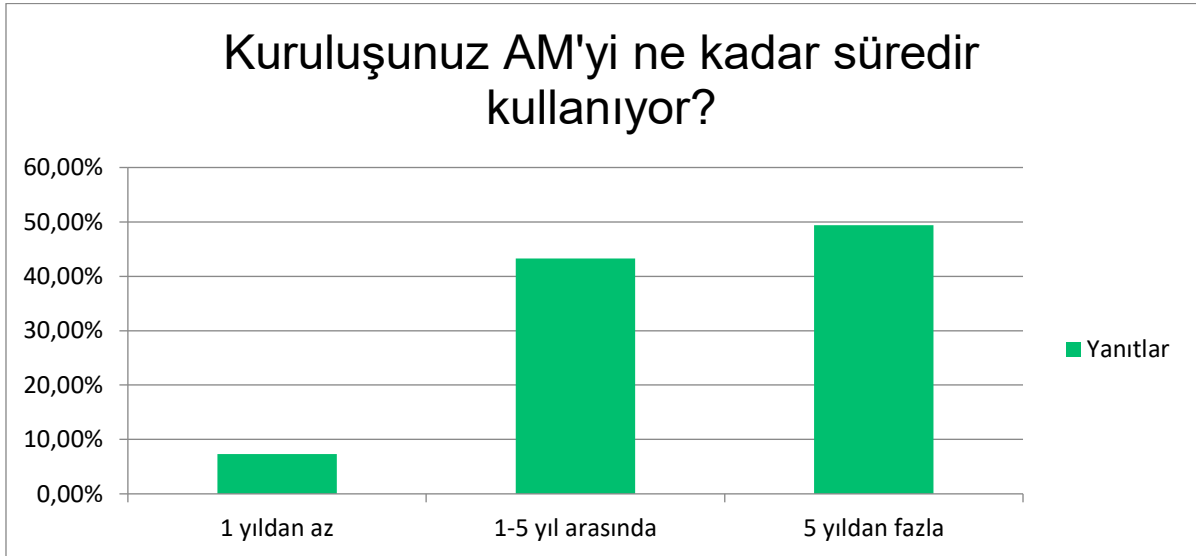


S: Ne tür bir yatırım yapacaksınız?



Bu soruya verilen yanıtlardan, anket katılımcılarının ihtiyaç duyduğu ikinci yatırımın eğitim olduğu görülmektedir. Katılımcıların yaklaşık %20'sinin "personel yatırımı" ifadesini kullanması da bunun bir göstergesidir. Her iki durum da aslında AM konusunda yeterliliğin kritik olduğunu göstermektedir.

S: Kuruluşunuz AM'yi ne kadar süredir kullanıyor?



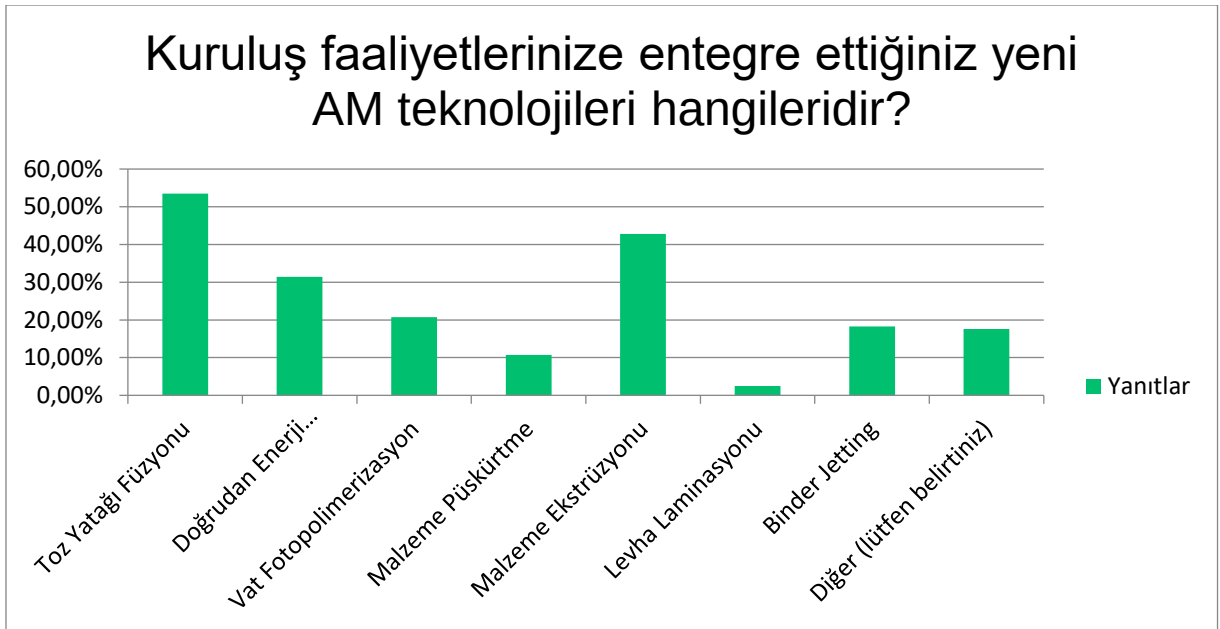
Ankete katılanların yaklaşık %50'si AM teknolojisini 5 yıldan uzun süredir kullanmaktadır. Ancak yine de bir önceki grafikte belirtildiği gibi eğitim ve personel yatırımı yapacaklardır.

S: Ne tür bir yatırım yaptınız?



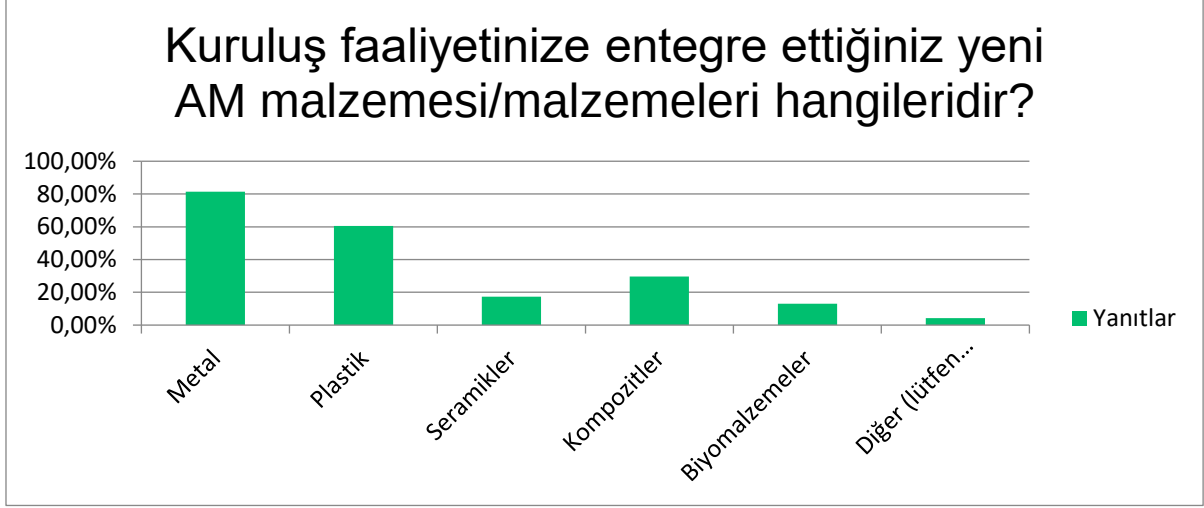
Katılımcıların %50'si halihazırda eğitime yatırım yapmıştır. Yine de, gelecekteki yatırımlar için bir önceki soruya yanıt olarak eğitim çağrısında bulunmaktadır.

S: Kuruluş faaliyetlerinize entegre ettiğiniz yeni AM teknolojileri hangileridir?



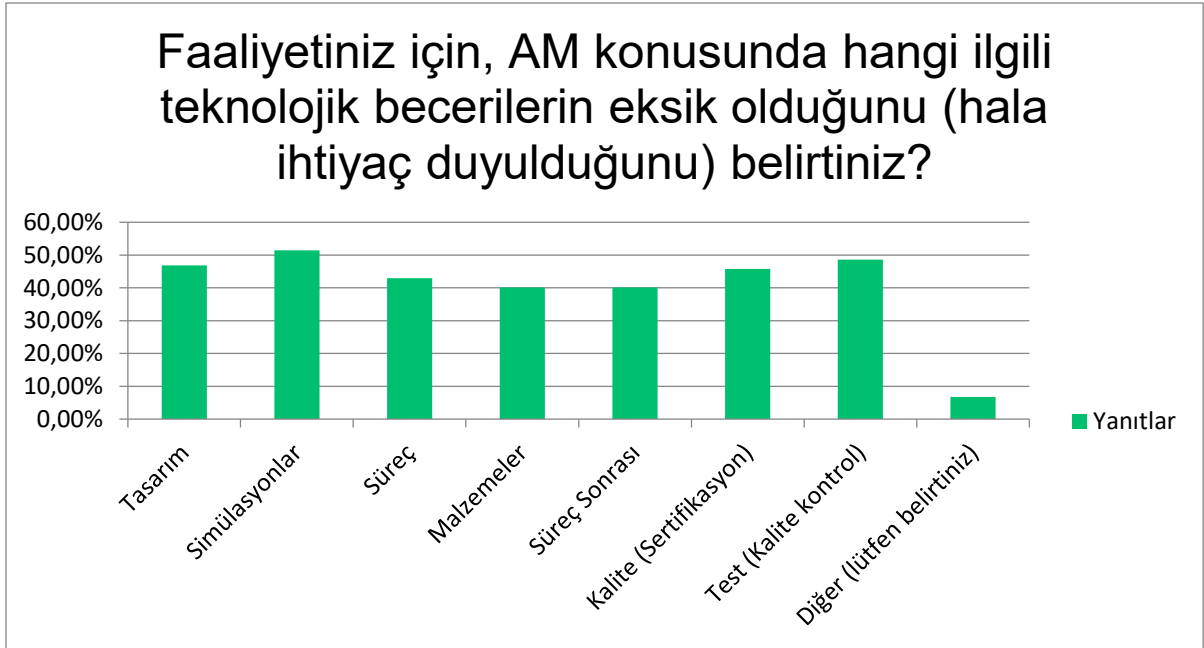
Bu da katılımcılar arasındaki teknoloji olgunluğunu göstermektedir. Her bir katılımcı için ortalama iki yanıt, her bir katılımcı için iki farklı teknoloji anlamına gelmektedir.

S: Kuruluş faaliyetlerinize entegre ettiğiniz yeni AM malzemesi/malzemeleri hangileridir?

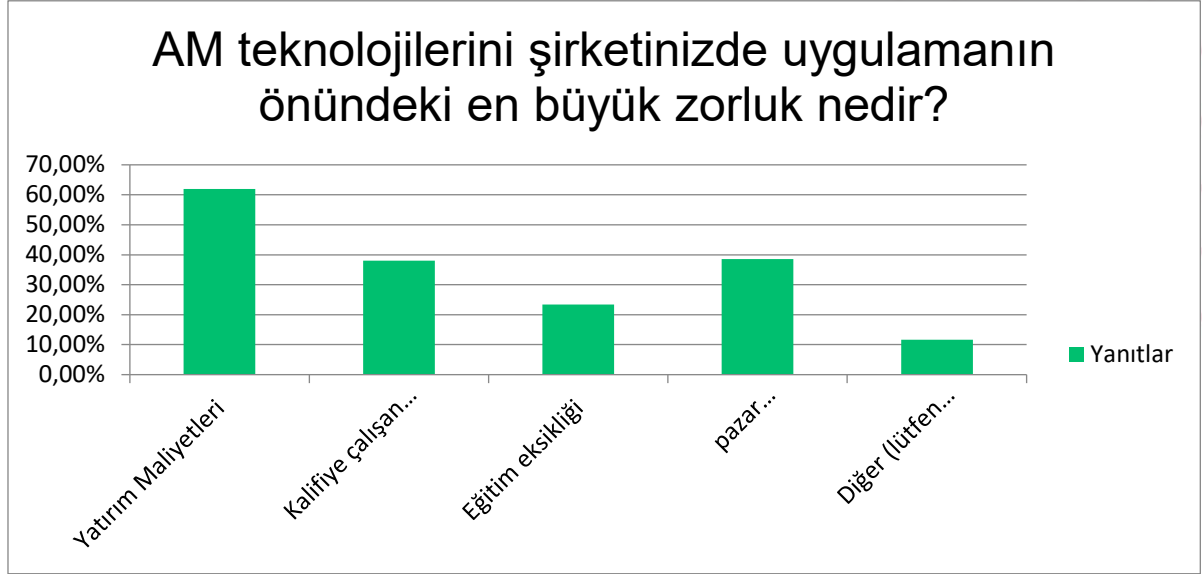


Katılımcı sayısının iki katı kadar bir oranda iki farklı materyal entegre edilmiştir.

S: Faaliyetiniz için, AM konusunda hangi ilgili teknolojik becerilerin eksik olduğunu (hala ihtiyaç duyulduğunu) belirtiniz?

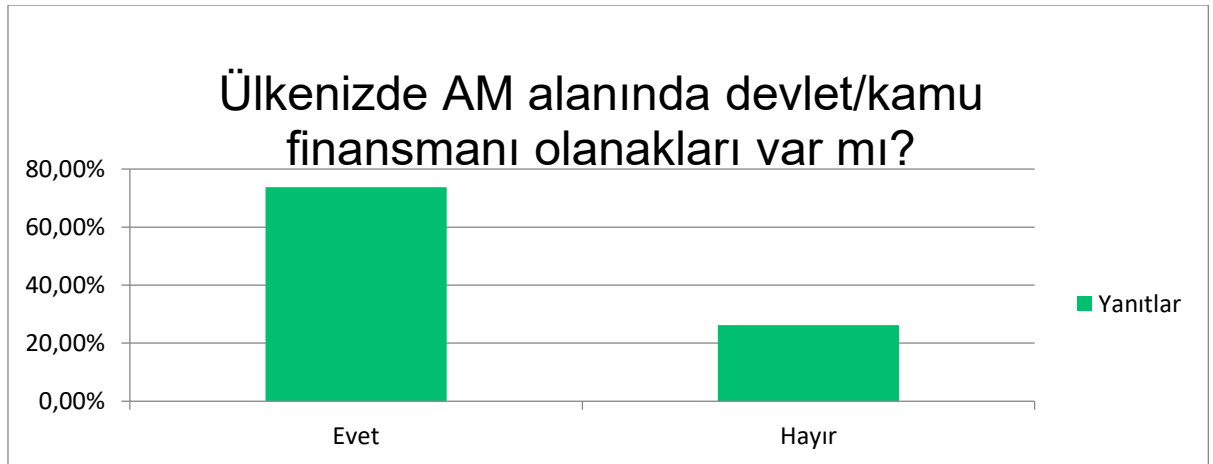


S: AM teknolojilerini şirketinizde uygulamanın önündeki en büyük zorluk nedir?



Beklendiği gibi, ilk sorun yatırım maliyetleridir. Bunu kalifiye eleman eksikliği ve piyasa standardizasyonu eksikliği takip etmektedir.

S: Ülkenizde AM alanında devlet/kamu finansmanı olanakları var mı?



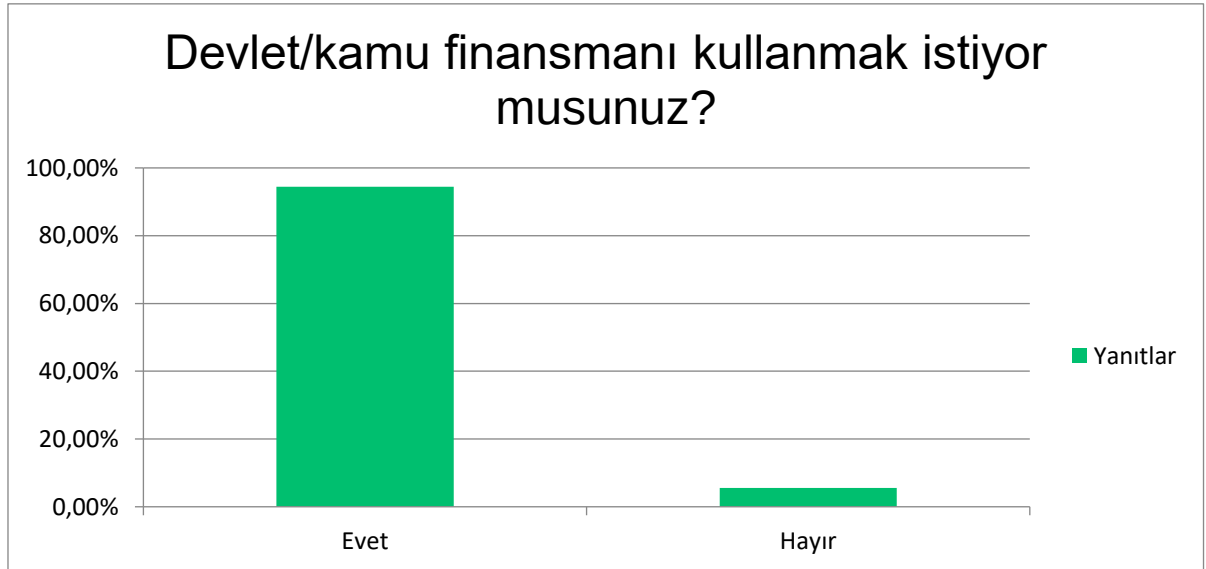
Açıkça görülmektedir ki, teknolojinin geleceği için fonlar bulunmaktadır. Bu, AM'nin uygulanmasındaki en büyük zorluk için bir çözüm olabilir.

S: Daha önce bu devlet/kamu fonlarından herhangi birini kullandınız mı?

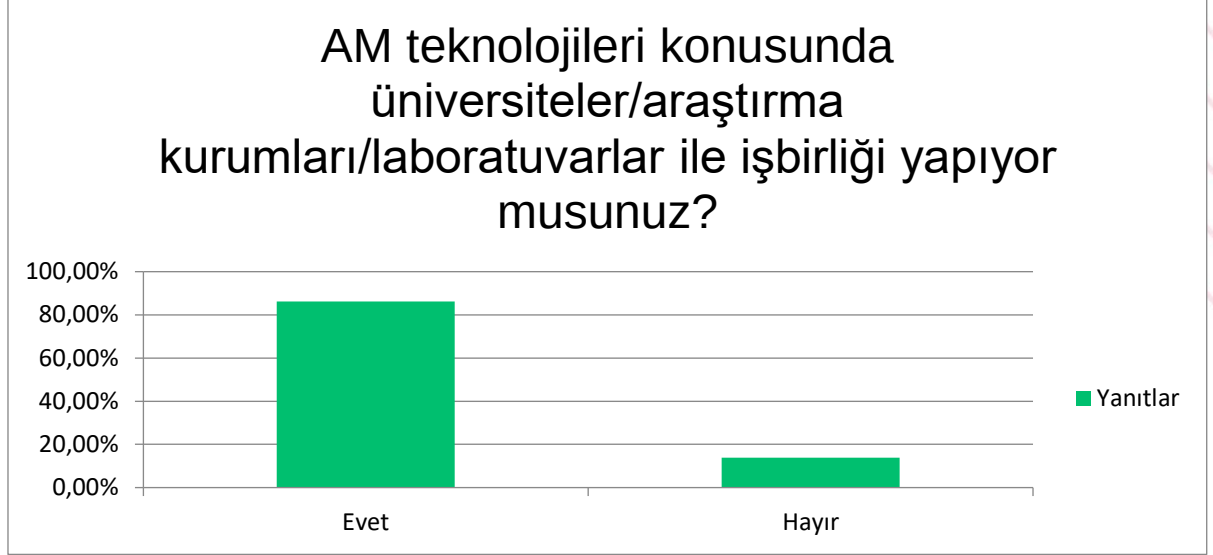


Yaklaşık %60'ı halihazırda fon kullanmıştır. Ancak hala herhangi bir fon kullanmamış olan yaklaşık %40'lık bir kesim bulunmaktadır.

S: Devlet/kamu finansmanı kullanmak istiyor musunuz?



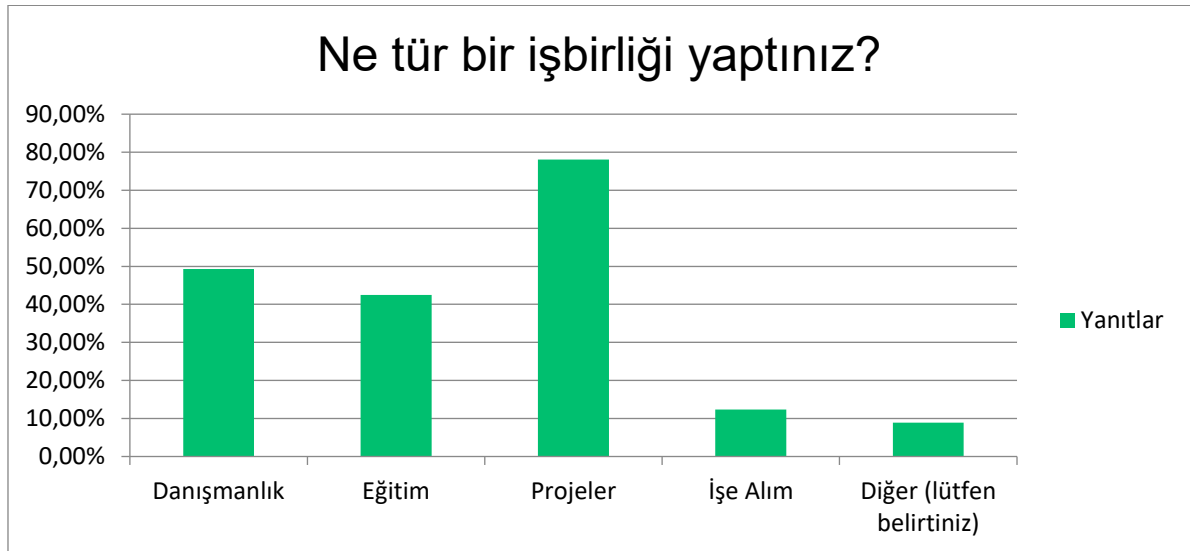
S: AM teknolojileri konusunda üniversiteler/araştırma kurumları/laboratuvarlar ile işbirliği yapıyor musunuz?



AM'de üniversitelerle işbirliği kritik önem taşıyor ve anketi cevaplayanların bu konuda motivasyonu da görülmektedir.

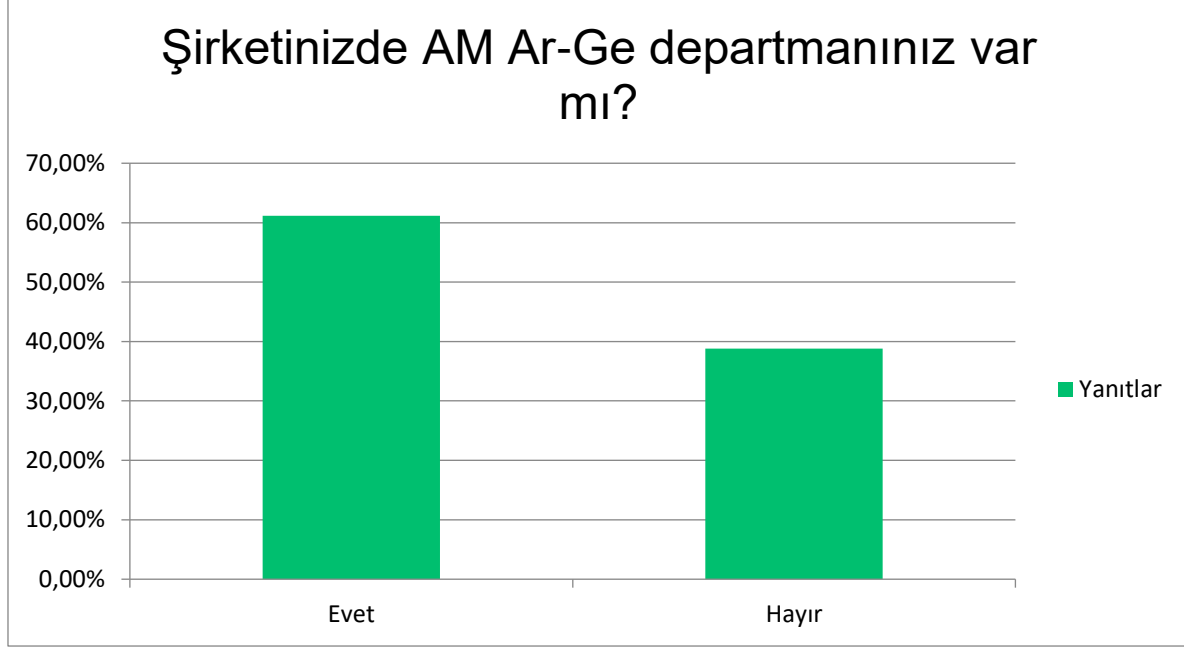
Teorik olarak detaylı projeler yürüten üniversiteler bu bilgileri sanayi kuruluşları ile paylaşıp ortak projeler üzerinde çalıştığında ticari alanda tasarım ve üretim performansı artacaktır.

S: Ne tür bir işbirliği yaptınız?

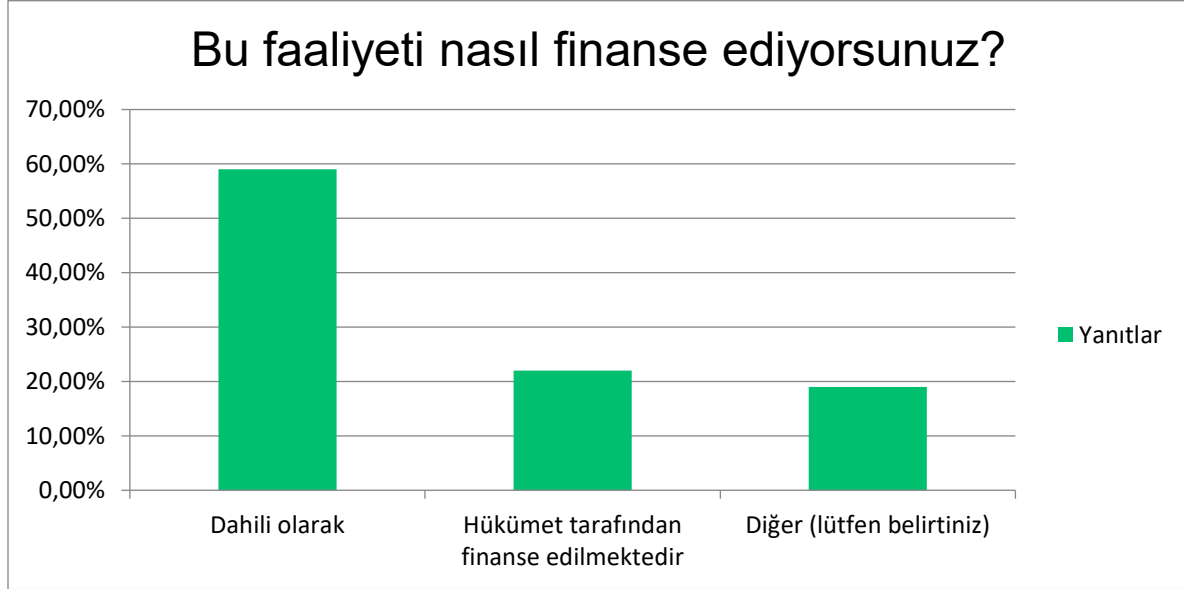


Her katılımcı ortalama iki cevap vermektedir. Ana faaliyetin üniversitelerle proje işbirliği olduğu görülmektedir. Ancak, danışmanlık ve eğitim de takip eden konulardır.

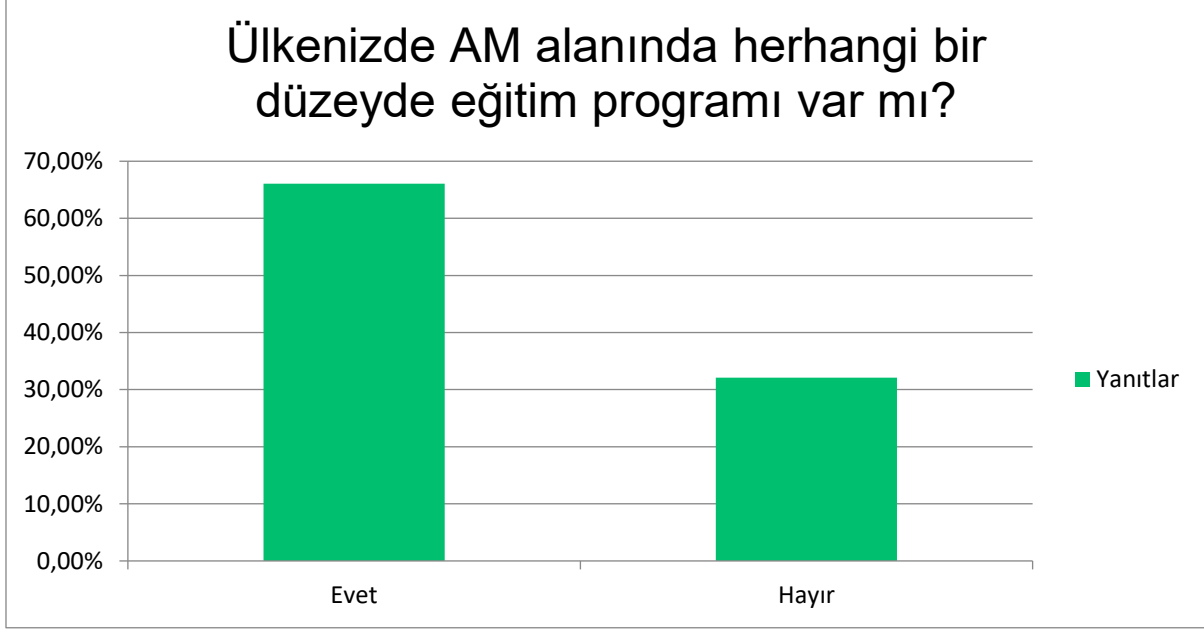
S: Şirketinizde AM AR-GE departmanınız var mı?



S: Bu faaliyeti nasıl finanse ediyorsunuz?

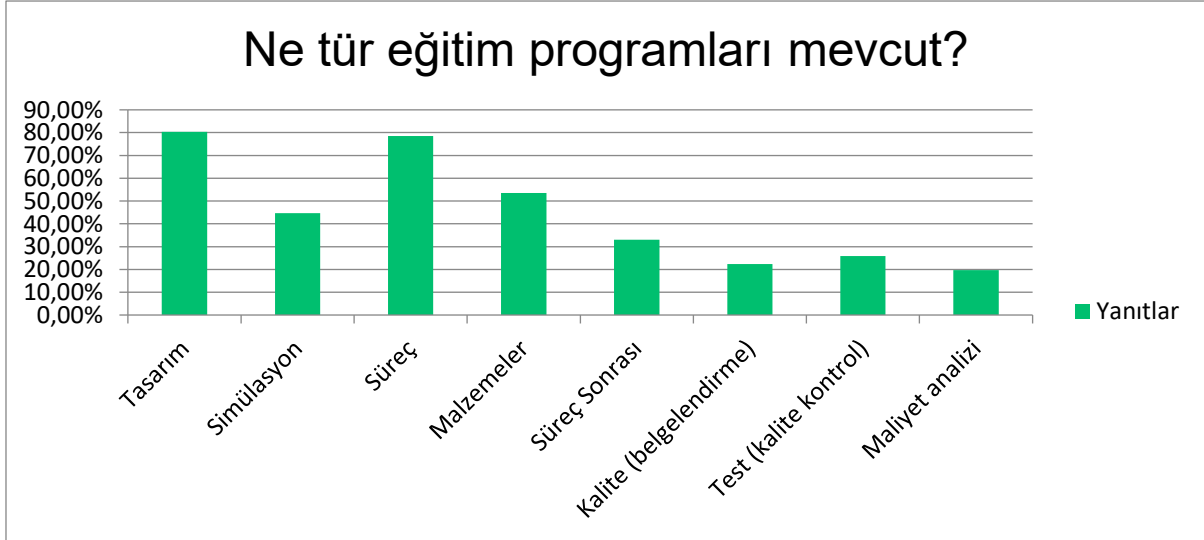


S: Ülkenizde AM alanında herhangi bir düzeyde eğitim programı var mı?



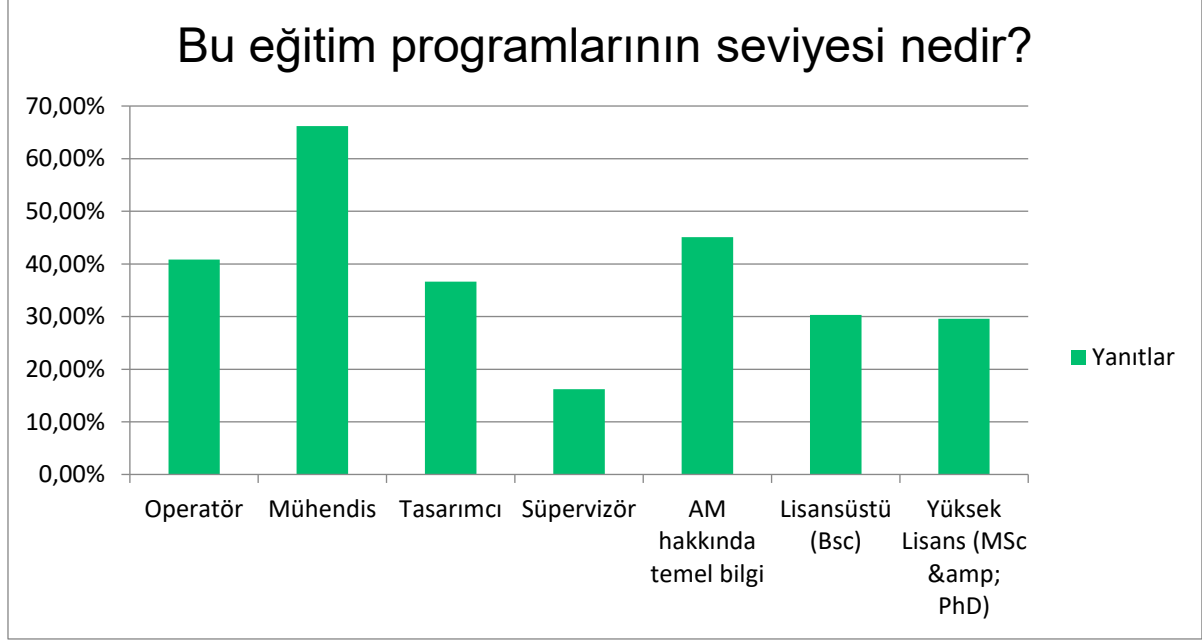
Anket katılımcıları AM konusunda becerilerini geliştirmeye ihtiyaç duymaktadır. 65'inin "evet" yanıtı vermesi bu konudaki arayışlarını göstermektedir. 30'dan fazlasının "hayır" demesi ise ihtiyacı açıkça ortaya koymaktadır.

S: Ne tür eğitim programları mevcut?



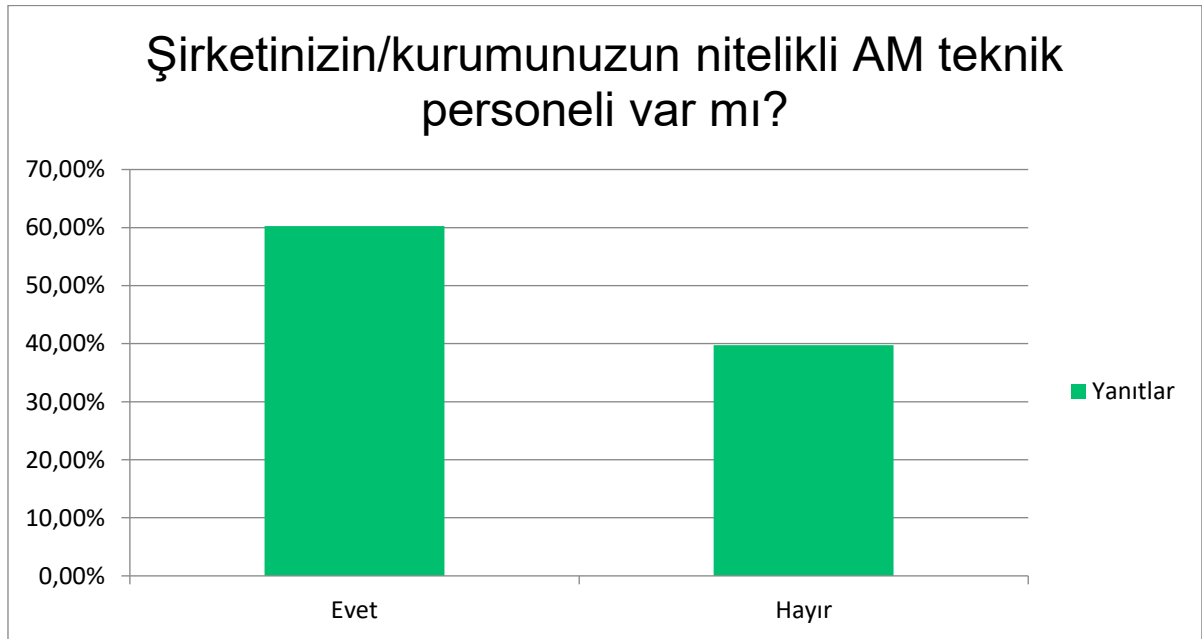
Beceri ihtiyaçları ve mevcut eğitim programları birlikte değerlendirildiğinde, mevcut programlar olmasına rağmen beceri ihtiyacının hala eksik olduğunu göstermektedir.

S: Bu eğitim programlarının seviyesi nedir?



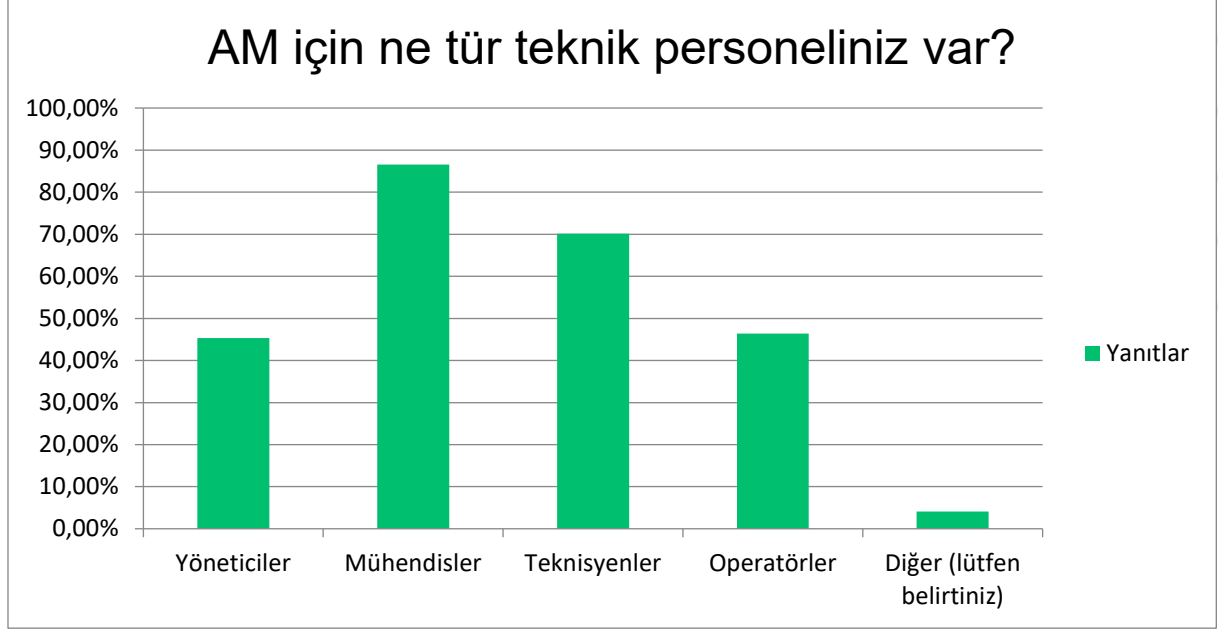
Ülkelerin AM stratejisi incelenirken eğitim konusuna detaylı olarak değinilmiştir. Farklı uzmanlık alanları için farklı eğitim yönelimleri olduğu gözlemlenmiştir. Ancak yerleşik bir temel standardın olmadığı görülmüştür.

S: Şirketinizin/kurumunuzun nitelikli AM teknik personeli var mı?

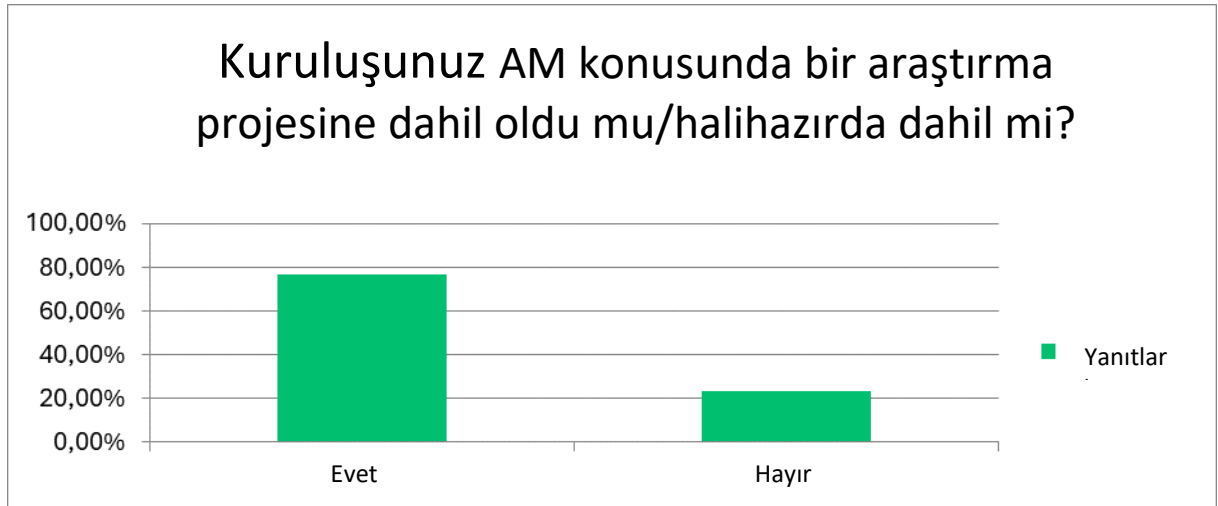


Katılımcıların yaklaşık %40'ı nitelikli teknik personele sahip değildir.

S: AM için ne tür teknik personeliniz var?



S: Kuruluşunuz AM konusunda bir araştırma projesine dahil oldu mu/halihazırda dahil mi?



S: Bir önceki soruya cevabınız "evet" ise, bu proje hangi TRL (Teknoloji Hazırlık Seviyesi) seviyesine yerleştirilebilir?



6.3. Anket Sonuçları ve Analizler

Anket sonuçlarına dayanarak aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

Kuruluş Türü: Anket, büyük şirketlerin ve eğitim kurumlarının eklemeli imalat (AM) teknolojisinin başlıca benimseyicileri olduğunu göstermektedir. Bu durum, AM'nin yüksek yatırım gereksinimlerine ve yarısının eğitim ve öğretim kurumları olduğu proje ortaklarının yapısına bağlanabilir. Bununla birlikte, küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ'ler) de önemli bir varlığı vardır ve bu sektörde AM'nin benimsenme potansiyelini vurgulamaktadır.

Ana Faaliyet/Sektör: Anket AM ile ilgilenen çok çeşitli sektörler olduğunu ortaya koymaktadır. Çok çeşitli faaliyetlere işaret eden "diğer" ikinci en belirgin cevap olarak ortaya çıkarken, dikkate değer sektörler arasında Demiryolu Taşıtları İmalatı, Metal/Alaşım Tozu Üretimi, Eklemeli İmalat, Araştırma, Nükleer ve AM Hizmet Bürosu yer almaktadır.

Coğrafi Dağılım: Anket sonuçları, kuruluşların yerleşik olduğu çeşitli ülkelerin varlığını göstermektedir. Bununla birlikte, "diğer" seçeneği de en çok işaretlenen üçüncü cevap olarak belirtilmiştir; bu da ankette açıkça listelenmeyen ilave ülkelere işaret etmektedir.

Mevcut ve Gelecekteki AM Kullanımı: Anket, mevcut AM kullanımı ve gelecekteki uygulama planları hakkında sorular içermektedir. Bu sorulara verilen yanıtlar, kuruluşların AM teknolojilerini benimseme konusundaki istekliliklerine dair fikir vermektedir.

Yatırım Türleri: Ankete katılanlar, eğitim ve personel yatırımının AM'ye yapılan finansal yatırımın yanı sıra kritik öneme sahip olduğunu belirtmiştir. Bu durum, başarılı bir AM uygulamasını desteklemek için nitelikli personele sahip olmanın önemini ve sürekli eğitim ve gelişim ihtiyacını vurgulamaktadır.

AM Kullanım Süresi: Ankete katılanların çoğunluğu AM'yi beş yıldan uzun bir süredir kullanmaktadır ve bu da teknolojiye önemli bir deneyim ve olgunluk seviyesine işaret etmektedir. Bununla birlikte, bu kuruluşlar hala eğitim ve personel yatırımına ihtiyaç duyduklarını ifade ederek, yeteneklerini geliştirmeye sürekli odaklandıklarını göstermektedir.

AM Teknolojileri ve Malzemeleri: Anket, her bir katılımcının ortalama olarak iki farklı AM teknolojisini ve iki farklı AM malzemesini kuruluşlarının faaliyetlerine entegre ettiğini ortaya koymaktadır. Bu, kullanılan teknoloji ve malzemelerin çeşitliliğine işaret etmekte ve katılımcılar arasında teknolojinin olgunluğunu göstermektedir.

Beceriler ve Zorluklar: Katılımcılar, hala eksik olan çok çeşitli beceriler tanımlamaktadır. Bahsedilen başlıca zorluklar arasında yatırım maliyetleri, kalifiye çalışan eksikliği ve pazar standardizasyonunun olmaması yer almaktadır. AM'nin daha geniş çapta benimsenmesini kolaylaştırmak için bu zorlukların ele alınması gerekmektedir.

Devlet/Kamu Finansmanı: Anket, AM alanında devlet/kamu finansman fırsatlarının mevcudiyetini vurgulamaktadır. Katılımcıların önemli bir kısmı geçmişte bu tür fonlardan yararlanmış olup, bu durum AM uygulamasıyla ilgili zorlukların üstesinden gelmek için bir çözüm olarak potansiyeline işaret etmektedir.

Üniversiteler/Araştırma Kurumları ile İşbirliği: Üniversiteler, araştırma kurumları ve laboratuvarlarla işbirliği katılımcılar tarafından kritik olarak değerlendirilmektedir. Üniversitelerle proje işbirliği öncelikli işbirliği türü olarak ortaya çıkmakta, bunu danışmanlık ve eğitim takip etmektedir.

AM Ar-Ge Departmanı: AM araştırma ve geliştirme (AR-GE) departmanının varlığı ankete katılan kuruluşlar arasında farklılık göstermektedir. Bu faaliyetin finansmanı, sağlanan bilgilerde açıkça belirtilmemiştir.

Eğitim Programları: Ankete katılanlar, AM konusunda eğitim programlarına ihtiyaç duyduklarını ifade etmiş ve yaklaşık %65'i ülkelerinde bu tür programların mevcut olduğunu belirtmiştir. Ancak sonuçlar, mevcut eğitim programlarının beceri gereksinimlerini tam olarak karşılamayabileceğini ve daha fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Eğitim Programlarının Düzeyi: Anket, AM eğitim programları için belirlenmiş temel standartların eksik olduğunu göstermektedir. Farklı uzmanlık alanları için farklı eğitim yönelimleri gözlenmekte, bu da standartlaştırılmış eğitim programlarına duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Nitelikli AM Teknik Personeli: Katılımcıların yaklaşık %40'ı kuruluşlarının AM için kalifiye teknik personele sahip olmadığını belirtmiştir. Bu durum, AM faaliyetlerini destekleyecek vasıflı personelin mevcudiyetinde bir boşluk olduğunu göstermektedir.

Araştırma Projelerine Katılım: Ankette kuruluşların AM ile ilgili araştırma projelerine daha önce veya şu anda dahil olup olmadıkları sorulmaktadır. Araştırma projelerine katılımın kapsamı verilen bilgilerde açıkça belirtilmemiştir.

Teknoloji Hazırlık Seviyesi (TRL): Araştırma projelerinde yer alan kuruluşlar için anket, projelerin hangi TRL seviyesine yerleştirilebileceğini sormaktadır. Belirli TRL seviyeleri ve katılımcılar arasındaki dağılım verilen bilgiler arasında yer almamaktadır.

Genel olarak anket, AM'nin kuruluşlarda kullanımına ilişkin bilgiler sunmakta, ilgili sektörleri, coğrafi dağılımı, mevcut kullanımı, gelecek planlarını, yapılan yatırımları, karşılaşılan zorlukları ve işbirliği çabalarını vurgulamaktadır. Sonuçlar, AM teknolojilerinin benimsenmesinde hem ilerleme hem de devam eden zorlukları ortaya koymakta, engellerin üstesinden gelmek ve AM uygulamasını daha da geliştirmek için nitelikli personel, eğitim programları ve devlet desteğine duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır.

7. YAYGINLAŞTIRMA FAALİYETLERİ

ADDRESS projesi başlangıcı ile birlikte tüm ortaklar tarafından sosyal medya kanallarında duyuruldu.

Bu proje için logo çalışması yapılmış olup, tüm çalışma çıktıları ve faaliyetler web sitesinde yayınlanmaktadır.

<https://www.addressforfuture.com/>

İlk tanıtım toplantısı Bursa'da gerçekleşmiş olup basına yansısı aşağıdaki gibidir;

Yazılı basında öne çıkan yayınlar; Hürriyet Bursa, Yeni Şafak, Dünya, Analiz, Cumhuriyet Gazeteleri, Para Dergisi ve yerel yayınlar oldu. Haberin 23 yayında erişim sayısı 1.388917 oldu.

Dijitalde ise 242 haber sitesinde yayınlandı. Öne çıkan yayınlar; Habertürk.com, yenisafak.com, dunya.com, iha.com.tr, inbusiness.com.tr, analizgazetesi.com.tr, mynet.com, Olay.com.tr ve yerel yayınlar oldu. Dijital haberlerin erişim sayısı 330.775 oldu.

23 yazılı ve 242 çevrimiçi olmak üzere toplam 265 yansıma elde edilmiştir. Toplam erişim 1.719.692'dir.

AM Strateji Çerçevesi 1. iş paketi için oluşturulan anket, tüm ortaklar tarafından oluşturulan şirket listelerine dağıtıldı. Ankete 254 kişi katıldı.

Projenin başlangıcından bu yana farklı Avrupa ülkelerinde düzenlenen çok önemli 4 farklı AM Etkinliğinde ADDRESS Projesi tanıtılmış, kurumlarla iletişim ve bilgi alışverişi sağlanmıştır.

- Eklemeli imalat Konferansı, AMC Türkiye 06-08 Ekim 2022
- EPMA Dünya PM 2022 Kongre ve Sergisi, Fransa 09-13 Ekim 2022
- I-AM 2022 Uluslararası Eklemeli imalat Konferansı, Portekiz 19-20 Ekim 2022
- SAHA Expo Savunma ve Havacılık Fuarı, Türkiye 25-28 Ekim 2022

Eklemeli imalat Konferansı, AMC Türkiye

06-08 Ekim 2022

AMCTURKEY 2022, yerel ve uluslararası bilim insanlarını, araştırmacıları ve hem akademiden hem de endüstriden temsilcileri, eklemeli imalat ve ilgili teknolojilerdeki son bilimsel keşiflerini, araştırma faaliyetlerini ve ortaya çıkan uygulamaları sunabilecekleri ve paylaşabilecekleri bir araya getiriyor.

250'den fazla katılımcının yer aldığı etkinlikte fikirler, teknolojiler ve araştırmalar paylaşıldı. Coşkunöz Eğitim Vakfı olarak bir stant açıldı ve ADDRESS projesi tanıtıldı.

EPMA Dünya PM 2022 Kongre ve Sergisi, Fransa

09-13 Ekim 2022

Dünya PM2022 Kongresi ve Sergisi, Avrupa Toz Metalurjisi Birliği tarafından düzenlenmiş ve desteklenmiştir.

Bu yıl 650'den fazla katılımcı etkinliğe katılarak fikir, teknoloji ve araştırmalarını paylaştı.

ADDRESS projesinin bir ortağı olarak EPMA, projenin amaç ve çıktılarının ayrıntılarını sundu.

I-AM 2022 Uluslararası Eklemeli imalat Konferansı, Portekiz

19-20 Ekim 2022

I-AM 2022 Uluslararası Eklemeli imalat Konferansı, Amerikan Makine Mühendisleri Topluluğu (ASME) ve Avrupa Kaynak, Birleştirme ve Kesme Federasyonu (EWF) tarafından ortaklaşa desteklenmektedir.

Bu yıl 650'den fazla katılımcı etkinliğe katılarak fikir, teknoloji ve araştırmalarını paylaştı.

Coşkunöz Eğitim Vakfı, EPMA, Cesol ve UPM konferansta ADDRESS projesini sunmuşlardır.

SAHA Expo Savunma ve Havacılık Fuarı, Türkiye

25-28 Ekim 2022

SAHA Expo Savunma ve Havacılık, Türkiye'nin en büyük savunma havacılık fuarlarından biridir.

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın yanı sıra Dışişleri Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Milli Savunma Bakanlığı, Ticaret Bakanlığı ve Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından da desteklenmektedir. Profesyonel ziyaretçi sayısı 17.046 yerli ve 597 yabancı olmak üzere 17.643 kişi olarak kayıtlara geçmiştir,

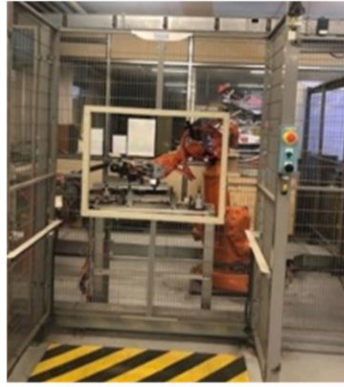
Coşkunöz Eğitim Vakfı da fuarda bir stant açarak ADDRESS projesini katılımcılara tanıttı.

Marie Curie Lisesi Ziyareti

Fransa'nın en büyük meslek liselerinden biri olan Marie Curie Lisesi ziyaret edildi. Ziyaret sırasında mesleki eğitimde AM konusu değerlendirildi.

Toplantıya katılanlar,

- Alain PROCAR - Lycée Marie Curie - Okul Müdürü
- Guillaume COMTE - Fransa Milli Eğitim Bakanlığı- L'Oise Bölge Müdürü
- Nelson ALVES DOS SANTOS - Lycée Marie Curie Bilim ve Teknoloji Bölümü Müdürü
- ADdress projesinin tüm ortakları



8. SONUÇ

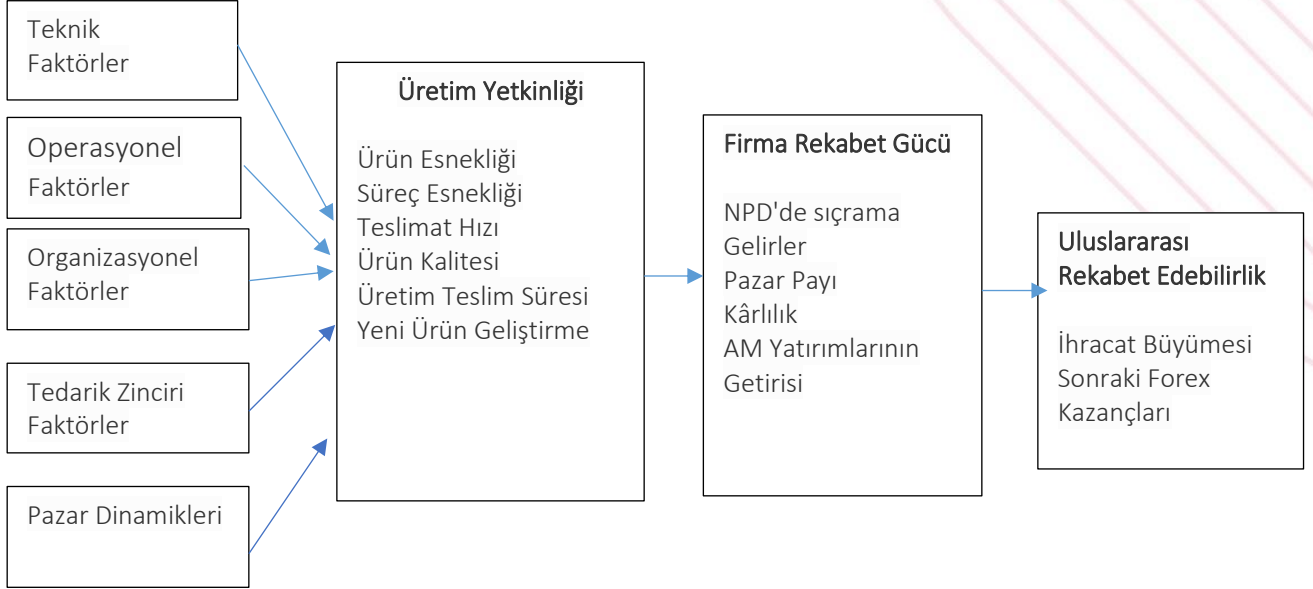
Birçok araştırmacı, organizasyonel, teknolojik, stratejik, operasyonel ve tedarik zinciri hususlarını dikkate alan AM uygulama faktörleri önermiştir. Mellor ve meslektaşları (2014) mühendislik hizmetlerinde AM uygulama faktörlerini önermiştir. Yakın zamanda, Deradjat ve Minshall (2017) dışılık sektöründe temel AM uygulama faktörlerini ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Dwivedi ve meslektaşları (2017) Hindistan otomotiv endüstrisinde AM teknolojisi uygulama engellerini araştırmıştır.

Ancak Sonar, Khanzode ve Akarte (2020), bu çalışmaların ya tek bir vakayı ya da tek bir alanı ele aldığını ve bu faktörleri genelleştirmenin imkansız olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, AM uygulama stratejileri geliştirmek için, operasyon yöneticisinin rekabetçi stratejiler geliştirmek için AM uygulama faktörleri konusunda önemli bir uzmanlık kazanması gerektiğini vurgulamışlardır. AM uygulama zorluklarını tartışan geçmiş literatürden on sekiz AM uygulama faktörü belirlemişlerdir.

1. AMIF01 AM teknolojisi
2. AMIF02 Üst yönetim taahhüdü
3. AMIF03 Bilgi paylaşımı
4. AMIF04 Tedarik zinciri koordinasyonu
5. AMIF05 Devlet desteği
6. AMIF06 Organizasyon kabiliyeti ve insan kaynağı
7. AMIF07 Eğitim ve öğretim
8. AMIF08 Değişime karşı direnç
9. AMIF09 Teknolojik farkındalık
10. AMIF10 Piyasa Desteği
11. AMIF11 Müşteri ve hizmet yönetimi
12. AMIF12 Kurum kültürü
13. AMIF13 Süreç iyileştirme uygulamaları
14. AMIF14 Üretim esnekliği
15. AMIF15 Çevresel belirsizlik
16. AMIF16 Finansal yeterlilik
17. AMIF17 Operasyonel Mükemmellik
18. AMIF18 Firma rekabet gücü

Bu çerçevede, çeşitli AM uygulama faktörleri ile firma rekabetçiliği arasındaki bağlantıyı göstererek kavramsal bir model önermişler ve bu çerçevenin çeşitli sektörlerde kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir.

AM Uygulaması



AM uygulaması ve rekabet gücü arasındaki bağlantıların kavramsal modeli

ADdress for Future projesi kapsamında hazırlanan bu raporda yer alan araştırma ve analizler bu faktörlere dayanmaktadır.

Yeni iş modelleri, değer zinciri analizi, pazar hacmi gelişimi, stratejiler, politikalar, finansal destek, pazar eğilimleri ve beklentiler, Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Eklemeli İmalat Sektörü için Stratejik Çerçeve oluşturmak üzere analiz edilmiştir.

Analiz sonucunda elde edilen veriler, Sonar, Khanzode ve Akarte (2020) tarafından önerilen AM uygulaması ve Rekabet Edebilirlik modeli arasındaki bağlantıların kavramsal modelinde belirtilen faktörlere göre düzenlenmiştir.

1. Stratejik Faktörler

Dijital dönüşüm tüm AB'nin ana stratejilerinden biridir. Bir bakıma dijital üretim olan AM, bu dönüşümde kritik bir öneme sahiptir. AM alanında farkındalık yaratmak ve eğitim ve öğretimi teşvik etmek bu dönüşümü destekleyecektir.

Ayrıca, AM yeşil dönüşüm üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. İlk bakışta pahalı hammadde ve altyapı ile uzun üretim döngülerine sahip olduğu düşünülen AM'nin, havacılıkta satın alma-uçuş oranını azaltması, birkaç parçayı tek bir üründe birleştirmesi ve dijital depolarla ürünlerin taşınmasını ortadan kaldırması sürdürülebilirlik üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

Tüm Avrupa'da AM ile ilgili vizyon incelendiğinde, bu teknolojinin devlet yetkilileri tarafından farklı hibelerle kapsamlı bir şekilde desteklendiği görülmektedir. Ayrıca, endüstri yetkilileri de bunu işin geleceği için bir fırsat ve zorluk olarak görmektedir.

Avrupa ülkeleri arasında, bazı ülkelerin ileri düzeyde eklemeli imalat uygulamalarına sahip olduğu, ancak bazı ülkelerin AM konusunda çok sınırlı, neredeyse hiç uygulamaya sahip olmadığı görülmektedir. Ülkedeki sanayileşme düzeyi, AM uygulamalarının entegrasyon düzeyini belirlemektedir.

ADdress for Future projesinde yer alan çalışmalar, raporlar, dijital platform ve yarışma, Avrupa ülkelerinde AM konusunda farkındalık yaratılması ve teşvik edilmesi üzerinde etkili olacaktır. Dijital platformun en büyük etkisi, AM eğitimlerine erişimin demokratikleştirilmesi ve Avrupa genelinde AM konusunda farkındalığın artırılması olacaktır.

Anket sonuçlarına göre, TRL 3 ve 4 koşullarına sahip araştırma projelerinin en çok puan alan projeler olduğu görülmektedir. Bunları TRL 5 ve 6 koşullarına sahip projeler takip etmektedir. TRL 1 ve 2 koşulları için akademik olarak yetkin ve nitelikli insan kaynağına ihtiyaç duyulduğu varsayılmaktadır. ADdress for Future projesi ile geliştirilebilecek erken AM farkındalığı, yeteneklerin sadece kurumlarda değil, aynı zamanda endüstrinin Ar-Ge çalışmalarında da AM ile ilgili çalışmalara çekilmesini destekleyecektir.

2. Teknik Faktörler

AM teknolojisi hakkında aşık ar olan birkaç şey var; AM'deki sürekli teknik gelişmeler, AM'nin yapabildiği çeşitli tasarım özgürlüğü, yeni hammadde üzerindeki muazzam inovasyon potansiyeli doğrudan girişimcilik yaratıyor ve buluş potansiyeli yeni fırsatlar için üretkenliği ve rekabet gücünü destekliyor.

Vurgulanması gereken önemli bir nokta, AM teknolojilerindeki hızlı gelişmelerin, bu raporu yayınlandığı tarihte eskimiş hale getirmesidir. Bu gerçek bir zorluk yaratmaktadır; çalışmaların veya yapıların güncellemeleri de sürekli olarak analiz edilmeli ve değerlendirilmelidir.

Odak teknolojileri toz yatağı füzyonu, malzeme ekstrüzyonu ve yönlendirilmiş enerji biriktirme olarak ortaya çıkmıştır. Malzeme açısından bakıldığında, çoğunluk metaller ve plastikler üzerinde olup, metallerin bu ikisi arasında en çok kullanılan olduğu söylenmektedir.

3. Organizasyonel Faktörler

Şirketlerin yatırım perspektifi, AM için makine olarak ortaya çıkmaktadır. Birçok ülkede kamu hibeleri ve destekleri olmasına rağmen, yatırım maliyetleri hala bir sorun teşkil etmektedir. Bu durum, hibe ve desteklerin şirketlerin/kurumların gereksinimleri veya stratejileri ile paralel olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla şirketler yatırımlarını çoğunlukla kendi kaynaklarıyla finanse etmektedir.

Altı çizilmesi gereken kritik bir nokta, AM'de eksik olan becerilerle ilgili sorudur. Katılımcılardan belirtilen 7 beceri arasından AM konusunda eksik olan becerileri işaretlemeleri istenmiştir. Bu raporun anket sonuçları bölümünde de görülebileceği gibi, 7 AM becerisinin tamamı katılımcıların %40'ından fazlası tarafından eksik olarak işaretlenmiştir.

Beceri gereksinimlerinin sorulmasının yanı sıra, ankette AM ile ilgili çeşitli konularda eğitim ve öğretimin mevcudiyeti de sorulmuştur. Yanıtlara göre şirketlerin AM konusunda ağırlıklı olarak tasarım ve süreç eğitimlerine eriştiği görülmektedir. Her ne kadar cevaplar mühendisler,

tasarımcılar ve operatörler için AM Endüstrisi ile ilgili eğitimler olduğunu belirtse de, neredeyse yarısından gelen cevaplar AM için kritik olan tüm becerilerin eksik olduğunu göstermektedir.

Bunun nedenleri ya eğitim ve öğretimin içeriğinin sektörün gerekliliklerine uymaması ya da gerekli içeriğe erişilememesi olmalıdır.

Ayrıca, malzeme, test, kalite kontrol ve güvence, işlem sonrası vb. konularda farklı eğitim ve öğretim gereklilikleri bulunmaktadır ve mevcut eğitim ve öğretim bu gereklilikleri karşılamamaktadır. Araştırma projeleri ve bunların TRL koşulları hakkındaki sorulara verilen yanıtlar, AB'deki çağrılar için farklı düzeylerde teknoloji hazırlığının gerekli olduğunu göstermektedir.

Ağ ile yapılan analiz sırasında, endüstrinin AM konusunda üniversitelerle işbirliği yapmaya gerçekten hazır olduğu görülmüştür.

Bu işbirlikleri sadece akademik araştırma projelerini desteklemekle kalmamalı, aynı zamanda endüstrinin AM konusundaki gereksinimlerine de uygun çözümler bulmalıdır. Dijital platform sayesinde, AM uygulamaları eğitime erken dönemde başlama fırsatı sunulmakta ve her seviyedeki öğrenci ve eğitim katılımcıları için, tasarım ve üretim uygulamalarında, eğitim ve iş yaşamlarının her aşamasında bu kazançlardan fayda sağlayabilecekleri gözlemlenmektedir.

4. Tedarik Zinciri Faktörleri

Eklemeli İmalat uygulaması iki tedarik zincirinin kesiştiği noktada yer almaktadır; birincisi, makine satıcılarından teknolojinin alıcısına kadar uzanan bir tedarik zincirini içermektedir.

İkinci olarak, satın alan taraf teknolojiyi kendi tedarik zincirine yerleştirecek ve dolayısıyla müşterilerini ve tedarikçilerini etkileyecektir. Yeni süreç teknolojilerinin uygulanmasıyla ilgili olarak Bessant, teknolojinin tam potansiyelini ortaya koyabilmesi için tedarikçilerle ilişkilerin daha işbirlikçi biçimlere doğru yeniden yapılandırılması gibi önemli organizasyonel değişikliklerin gerekli olduğunu savunmuştur. AM teknolojileri üretiminin uygulanmasının tedarikçiler ve müşterilerle daha fazla işbirliği gerektireceği öne sürülmektedir.

Uygulama sürecinde tedarikçi desteği uzun zamandır uygulama başarısının kritik bir faktörü olarak kabul edilmektedir. Teknoloji inovasyonunun karmaşıklık düzeyinin, kullanıcı-tedarikçi etkileşim süreçlerinin yoğunluk düzeyi ile doğrudan ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, tedarikçi desteğinin AM uygulamasında kilit bir faktör olduğu ileri sürülmektedir.

Mevcut AM endüstrisinin dikkate değer bir özelliği, makine tedarikçilerinin uygulamayı takiben malzeme tedarikçisi (kullanılan tozlar gibi) olma eğilimidir. Bu özellik kısmen teknolojinin henüz olgunlaşmamış olmasından (malzeme tedarikçisi sıkıntısı) ve muhtemelen makine tedarikçisinin gelecekteki işlerini koruma stratejisinden kaynaklanmaktadır.

Dijital dönüşüm tüm AB'nin ana stratejilerinden biridir. Bir bakıma dijital üretim olan AM, bu dönüşümde kritik bir yola sahiptir. AM alanında farkındalık yaratmak ve eğitim ve öğretimi teşvik etmek bu dönüşümü destekleyecektir.

Ayrıca, AM yeşil dönüşüm üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. İlk bakışta pahalı hammadde ve altyapı ile uzun üretim döngülerine sahip olduğu düşünülen AM'nin, örneğin havacılıkta satın

alma-uçuş oranını azaltması, birkaç parçayı tek bir üründe birleştirmesi ve dijital depolarla malların taşınmasını ortadan kaldırması sürdürülebilirlik üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir.

Tüm Avrupa'da AM ile ilgili vizyon incelendiğinde, bu teknolojinin hükümet yetkilileri tarafından farklı hibelerle kapsamlı bir şekilde desteklendiği görülmektedir. Ayrıca, endüstri yetkilileri de bunu işin geleceği için bir fırsat ve zorluk olarak görmektedir.

Avrupa ülkeleri arasında, bazı ülkelerin ileri düzeyde eklemeli imalat uygulamalarına sahip olduğu, ancak bazı ülkelerin AM konusunda çok sınırlı, neredeyse hiç uygulamaya sahip olmadığı görülmektedir. Ülkedeki sanayileşme düzeyi, AM uygulamalarının entegrasyon düzeyini belirlemektedir.

ADDRESS for Future projesinde yer alan çalışmalar, raporlar, dijital platform ve yarışma, Avrupa ülkelerinde AM konusunda farkındalık yaratılması ve geliştirilmesi üzerinde etkili olacaktır. Dijital platformun en büyük etkisi, AM eğitimlerine erişimin demokratikleştirilmesi ve Avrupa genelinde AM konusunda farkındalığın artırılması olacaktır.

Ancak tüm bunların yanı sıra, AM'de eksik olan şu noktalar ortaya çıkmaktadır;

- Süreçlerin, hammaddelerin ve ürünlerin standardizasyonunun olmaması,
- Uzmanlık, bilgi ve uzman eksikliği,
- Profesyonellerin eğitim eksikliği,
- AM teknolojileri, malzemeleri ve süreçleri hakkında yeterli düzeyde özel eğitimin olmaması,
- KOBİ'ler konusunda farkındalık eksikliği.

AM teknolojisi hakkında hızlı evrilmesi nedeniyle AM'nin yapabildiği çeşitli tasarım özgürlüğü, yeni hammadde üzerindeki muazzam inovasyon potansiyeli doğrudan girişimcilik yaratıyor ve buluş potansiyeli yeni fırsatlar için üretkenliği ve rekabet gücünü destekliyor. Vurgulanması gereken önemli bir nokta, AM teknolojilerindeki hızlı gelişmelerin, bu raporu yayınlandığı tarihte eskimiş hale getirmesidir. Bu gerçek bir zorluk yaratmaktadır; çalışmaların veya yapıların güncellemeleri de sürekli olarak analiz edilmeli ve değerlendirilmelidir.

Anket sonuçları yukarıdaki hususların yanı sıra bazı kritik noktalara da işaret etmektedir;

- AM için eğitim, katılımcıların gelecekteki yatırımları için ikinci maddedir,
- Tasarım, simülasyon ve kalite kontrol konuları katılımcıların öncelikli gereksinimleridir ,
- PBF, FDM ve DED en göze çarpan ilk 3 teknolojidir,
- Metal ve plastik malzeme kullanımı aynı orana sahiptir.

Şirketlerin yatırım perspektifi, 5 yıllık bir planla AM için makine olarak ortaya çıkmaktadır. Birçok ülkede kamu hibeleri ve destekleri olmasına rağmen, yatırım maliyetleri hala bir sorun teşkil etmektedir. Bu durum, hibe ve desteklerin şirketlerin/kurumların gereksinimleri veya stratejileri ile paralel olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla şirketler yatırımlarını çoğunlukla kendi kaynaklarıyla finanse etmektedir.

Odak teknolojileri toz yatağı füzyonu, malzeme ekstrüzyonu ve yönlendirilmiş enerji biriktirme olarak ortaya çıkmıştır. Malzeme açısından bakıldığında, çoğunluk metaller ve plastikler üzerinde olup, metallerin bu ikisi arasında en çok kullanılan olduğu söylenmektedir.

Altı çizilmesi gereken kritik bir nokta, AM'de eksik olan becerilerle ilgili sorudur. Katılımcılardan belirtilen 7 beceri arasında AM konusunda eksik olan becerileri işaretlemeleri istenmiştir. Bu raporun anket sonuçları bölümünde de görülebileceği gibi, 7 AM becerisinin tamamı katılımcıların %40'ından fazlası tarafından eksik olarak işaretlenmiştir.

Beceri gereksinimlerinin sorulmasının yanı sıra, AM ile ilgili çeşitli konularda eğitim ve öğretimin mevcudiyeti de ankette sorulmaktadır.

Yanıtlardan, şirketlerin AM konusunda ağırlıklı olarak tasarım ve süreç eğitimlerine eriştiği görülmektedir. Yanıtlar, mühendisler, tasarımcılar ve operatörler için AM Endüstrisi konusunda eğitimler olduğunu belirtse de, neredeyse yarısından gelen yanıtlar AM için kritik olan tüm becerilerin eksik olduğunu göstermektedir. Bunun nedenleri ya eğitim ve öğretimin içeriğinin sektörün gerekliliklerine uymaması ya da gerekli içeriğe erişilememesi olmalıdır.

Ayrıca, mevcut eğitim ve öğretimin bu gerekliliği karşılamadığı durumlarda malzeme, test, kalite kontrol ve güvence, işleme sonrası vb. konularda farklı eğitim ve öğretim gereklilikleri bulunmaktadır. Araştırma projeleri ve bunların TRL koşulları hakkındaki sorulara verilen yanıtlar, AB'deki çağrılar için farklı düzeylerde teknoloji hazırlığının gerekli olduğunu göstermektedir.

Şirketler, fonlardan hibe alabilmek için farklı TRL koşullarına sahip araştırma projeleri üzerinde çalışmalıdır. Bu koşulun etkisi anket yanıtlarında gözlemlenebilir.

Anket sonuçlarına göre, TRL 3 ve 4 koşullarına sahip araştırma projelerinin en çok puan alan projeler olduğu görülmektedir. Bunları TRL 5 ve 6 koşullarına sahip projeler takip etmektedir. TRL 1 ve 2 koşulları için akademik olarak yetkin ve nitelikli insan kaynağına ihtiyaç duyulduğu varsayılmaktadır.

ADDRESS for Future projesi ile geliştirilebilecek erken AM farkındalığı, yeteneklerin sadece kurumlarda değil, aynı zamanda endüstrinin Ar-Ge çalışmalarında da AM ile ilgili çalışmalara çekilmesini destekleyecektir.

Ek 1: Eklemeli İmalat Hakkında Raporlar ve Makaleler

Ek 2. Tanımlama ve Analiz İş Paketi_Anket Sonuçları



addressforfuture.com