

Katmanlı İmalat Çağında Füze Teknolojisi



Üç boyutlu baskı olarak da anılan “Katmanlı İmalat” (Additive Manufacturing) hızla gelişen bir teknoloji. 1980’li yıllarda ortaya çıkan katmanlı imalat, herhangi bir şekildeki cisim katmanlar halinde birbirinin üzerine koyup lazer ışınlarıyla veya elektron ışınlarıyla eritme ve topaklaştırma teknikleriyle imalat yapılmasını mümkün kılıyor. Bu üretim tarzında, geleneksel üretim tarzlarının aksine üretimde kullanılan malzemede hiçbir kayıp yaşanmıyor.

Katmanlı imalat aynı zamanda son derece karmaşık parçaların en hızlı biçimde imalatına da imkân sağlıyor. Bu parçalar geleneksel yollarla üretilen parçalardan daha hafif olabiliyor ve daha az alt parçadan oluşabiliyor.

Bu teknoloji, sayısı ve içeriği hızla çoğalan, önemli bölümü erişime açık dijital kataloglar sayesinde üretimde uzmanlık ihtiyacını da belirgin biçimde azaltıyor. Bu özelliklerinden ötürü ki, “yıkıcı teknoloji” yani, mevcut üretim, pazarlama ve satış sonrası hizmetler süreçlerini dönüştürebilecek teknolojiler arasında sayılıyor. Stratejik danışmanlık kuruluşu PricewaterhouseCoopers’ın 2015’te yayınladığı bir rapora göre, katmanlı imalat teknolojisinin imalat sektörleri üzerinde öyle etkisi olacak ki, lojistik firmaları taşıyacak ürün bulmakta güçlük çekecek. Nitekim PricewaterhouseCoopers tahminlerine göre katmanlı imalat teknolojisinin kullanımının yaygınlaşması, denizyolu konteynır taşımacılığında yüzde 37 oranında iş kaybına yol açacak. Bu oran havayolu kargo taşımacılığının yaşayacağı kayıplarda yüzde 41’e kadar çıkacak^[1].



Avrupa Öncü Konumda

Dünyada katmanlı imalat makinelerine yatırım yapan şirketler hızla artarken, GE ve Siemens gibi çok uluslu dev şirketlerin de bu alana kapsamlı yatırımlar yaptığı görülüyor. ABD ordusu, Çin hatta Kuzey Kore kendi ürettikleri üç boyutlu yazıcıları son dönemde tanıtmakla birlikte bu teknolojiye öncü ülkeler Avrupa'da (Almanya, İsveç ve İngiltere) yoğunlaşıyor. AB katmanlı imalat teknolojisine çok önem veriyor ve Avrupa Komisyonu bu teknolojileri Dördüncü Sanayi Devrimi'nin en önemli bileşeni olarak görüyor, bu teknolojiyle ortaya çıkacak yeni sanayi devrimi sayesinde Avrupa'nın kaybettiği istihdam olanaklarını yeniden geri alacağına inanıyor. Bu nedenle AB Komisyonu şirketlerin dijitalleşmesi için 50 milyar dolarlık bir fon oluşturmaya çalışıyor^[2].

Katmanlı imalat makineleri, havacılık ve füze uygulamalarında, hem askeri hem de sivil amaçlarla, gün geçtikçe daha fazla kullanılıyor. Katmanlı imalat, yapısı itibarıyla hem sivil hem de askeri amaçlı kullanılabilir olduğu için, örneğin hem güdümlü füze yapımına hem de sivil hava taşıtları üretimine imkân sağlıyor. Prototiplerin hızla üretilmesini sağlayan, test ve tasarım süreçlerini kolaylaştıran katmanlı imalat, teslim sürelerinin kısalmasını vad ediyor. Bu özelliğiyle katmanlı imalat, askeri ve sivil teknolojik gelişmelerde büyük etki yaratacak potansiyel sunuyor. Boeing ve Airbus, mekanik ve/veya termodinamik direnç gerektirmeyen çoğunlukla plastik parçalarını bu cihazlarla üretmeye başladı.

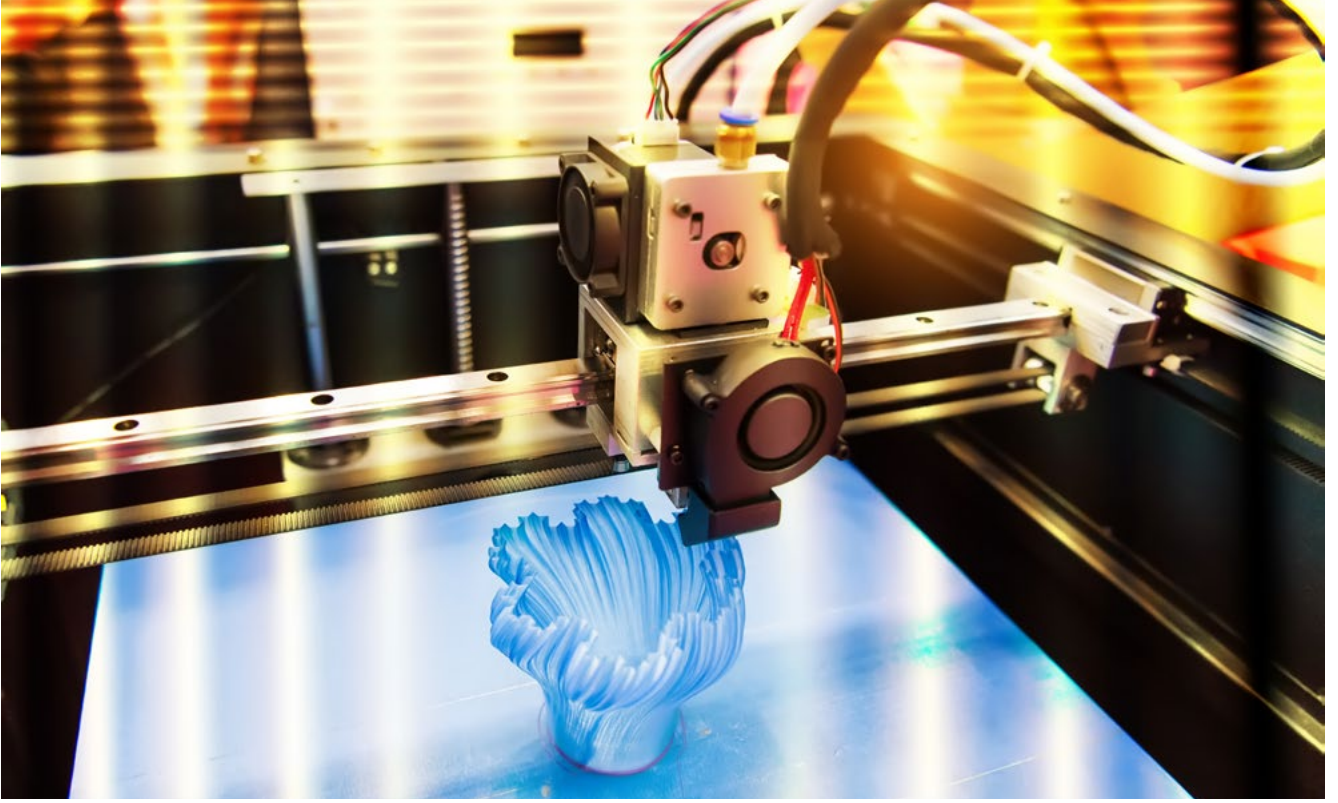
Uzay ve havacılık sanayisi açısından katmanlı imalatın kilit öneme sahip özelliklerinden biri, karmaşık şekillerin gerekli boşluklarıyla birlikte en az parçayla, kararlı bir bütün içinde üretilmesine izin vermesidir. Böylece ürünün ağırlığı azaltılmakta, geleneksel yöntemlerle ulaşılamayacak bileşen performansına erişilebilmektedir. ABD Uzay Ajansı NASA, 2013 yılında bir füze için üç boyutlu yazıcıda 20 bin libre (Yaklaşık 9 ton) itiş gücü üreten bir motor enjektörü imal ettiğini açıkladı. Bu enjektörü katmanlı imalat teknolojisiyle üretmek NASA'ya gerekli parça sayısında tasarruf sağladı^[3].

Kitle İmha Silahlarının Yaygınlaşması Endişesi

Katmanlı imalat makinelerinin kapasite ve yeteneklerinin artması, bu teknolojinin somut olmayan teknoloji transferine bağlı olması nedeniyle çok taraflı ihracat denetim rejimlerinde kaygı yaratıyor. Bilhassa katmanlı imalat ihracat kontrollerinin etkin biçimde uygulanmasına darbe vurabiliyor ve kontrolsüz yaygınlaşma (proliferation) riskini artırıyor.

Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü (SIPRI) söz konusu teknolojinin mevcut durumunu inceleyen bir rapor hazırladı. Kasım 2017'de yayınlanan "SIPRI Background Paper: 3D Printing and Missile Technology Control (Üç Boyutlu Yazıcılar ve Füze Teknolojisi Kontrolü)" başlıklı rapor, füze ve havacılık sektörü üzerinden katmanlı imalat uygulamalarının olgunluk seviyesi ve yaygınlığı konusunda bir tablo ortaya çıkıyor.

Raporda katmanlı imalat teknolojisinin, özellikle kimyasal, nükleer ve biyolojik silah taşıma kapasitesi olan balistik füzelerin, insansız hava araçlarının ve ilgili teknolojilerin yayılmasını engellemek ortak amacını paylaşan gayri resmi bir ülkeler topluluğu olan Füze Teknolojisi Kontrol Rejimi'ni (The Missile Technology Control Regime -MTCR) tehlikeye attığı belirtiliyor. Bu rejimde, üye ülkeler uzlaştıkları standartlar üzerinden bilgi paylaşıyor ve askeri amaçlarla kullanılacak ürünlerin kontrolünü sağlıyor. Bu kontroller, hangi ürün ve teknolojilerin ulusal lisanslama şartlarına ve ihracat kontrollerine tabi tutulacağını belirliyor. Ancak MTCR'nin 2016'da Güney Kore'de yapılan genel kurulda belirtildiği gibi "Üç boyutlu yazıcı teknolojisi, uluslararası denetim çabalarına karşı büyük risk oluşturuyor".



Metal ve Alaşım Kullanımı Tehlikeli

Katmanlı imalat teknolojisi, malzeme çeşitliliği açısından büyük aşama kaydetmeye başladı. Başlangıçta plastik türevleriyle yapılan imalata yeni ürünler eklendi. Özellikle seramik, karbon fiber, metal ve metal alaşımlarının bu imalat biçiminde kullanılmaya başlanması balistik füzelerin yaygınlaşmasına ilişkin tedbirlere büyük risk oluşturuyor. Çünkü bu malzemeyle küçük silahlar kadar, büyük roket motorları da imal edilebiliyor.


Katmanlı imalat, bu tür içinde boşluklar olan ancak bütüncüllüğü koruması gereken soğutma kanalları, yanma odaları ve enjektörler gibi komponentlerin üretiminde büyük avantaj sağlıyor. 2014'te Amerikan Aerojet Rocketdyne adlı şirket, sadece katmanlı imalat teknolojisiyle üretilmiş parçaları kullanarak bir sıvı oksijen roketinin motorunun bütününe imal etti ve başarıyla test etti^[4]. Savunma sanayi şirketi Raytheon 2015'te güdümlü bir füzenin yüzde 80'ini katmanlı imalat teknolojisiyle ürettikten sonra füzelerinin tamamının yazıcıda basılacağı günlerin çok yakın olduğunu açıkladı^[5].

İleri aşamalarda katmanlı imalat, füzelerin enerjiyle doğrudan ilintili olan patlayıcılar, katı roket sevkedicileri gibi enerji sağlayan maddelerinin imalatında da kullanılabilir. Böylece bu tür malzeme en verimli ve en güvenilir biçimde kullanılabilir. NASA, Temmuz 2017'de dünyanın ilk üç boyutlu yazıcıda üretilmiş roket motoru ateşleyicisini denedi. Ateşleyici, bakır alaşımı ve inconel (krom ve çelik alaşımı) kullanılarak imal edildi. Böylece ateşleyicinin imalatından hem maliyet hem de zaman tasarrufu sağlandı^[6].

SIPRI raporunda katmanlı üretim teknolojisinin nükleer silah programlarında, uranyum zenginleştirmede kullanılan santrifüjlerin imalatında kullanılabileceğine dair endişelere dikkat çekiliyor. Enstitüye göre akademik açıdan üç boyutlu yazıcı teknolojisinin yarattığı en büyük risk, "hem sivil hem de askeri amaçlarla kullanılabilecek ürün ve parçaların kontrol rejimleri aşılarak üretilmesine imkân tanınması" olarak tanımlanıyor. Bu teknolojinin kullanılmasıyla uluslararası denetim mekanizmalarının aşılarak kitle imha silahlarının üretilebilecek olması konusunda kayguları dile getiren son dönemde çok sayıda makale kaleme alındı^[7].

Kontrol rejimleri bunu ürünlerin fiziki hareketi üzerindeki denetimleriyle sağlamaya çalışıyor. Üç boyutlu yazıcılar, özel metal tozları ve bu tozları üreten makineler ve katmanlı imalat makinelerinde lazerler gibi somut ürünler üzerine denetimler halen yapılıyor. Somut olmayan ürünler içinse, her ne kadar uygulamada sıkıntılar yaşanmaktaysa da teknoloji transferi kısıtlamalarına başvuruluyor.

Ancak katmanlı üretimde bu tür kısıtlamaları uygulamak çok güç. Çünkü basit bir e-posta veya diğer dosya aktarma uygulamalarıyla katmanlı imalat için gereken bilgiyi aktarmak mümkün. Bu aktarımlar, üzerinde sıkı kontrol uygulanan ürünlerin çevresindeki engellerin rahatlıkla aşılmasını sağlayabiliyor. Katmanlı olarak üretilen nesnelere, aşırı mekanik basınçlı veya aşırı sıcaklıklarda çalışabilmesinin sağlanması için nihai süreçlere ihtiyaç bulunmakla birlikte katmanlı imalat, mevcut ihracat kontrollerini teknoloji transferiyle aşma imkânı veriyor.

Sonuç olarak katmanlı imalat teknolojisi, SIPRI'ye göre, mevcut ilerleme hızıyla, ihracat kontrolleri için önemli bir tehdit oluşturuyor. SIPRI raporunda, “Katmanlı imalat yeni bir tehdit olmamakla birlikte, mevcut tehditlere bir çare bulunması gerektiği” vurgulanıyor ve “Bu teknoloji henüz deneysel aşamada ve türlü kısıtlamaları olduğu için füze ve roket teknolojilerinin yaygınlaşması sorunu ile ilintilendirilmesi için henüz erken. Yine de teknoloji ve endüstriyel süreçlerde önemli etkileri olacak bu teknolojinin füze teknolojisinin yaygınlaşmasına neden olabileceği ihtimali giderek güçlenmektedir” diye ifade ediliyor^[8]. 

Kaynakça

- [1] <https://www.strategyand.pwc.com/trends/2015-commercial-transportation-trends>
- [2] <https://www.euractiv.com/section/economy-jobs/news/for-event-sr-on-tuesday-12-sept-europe-looks-at-3d-printing-to-pursue-its-industrial-renaissance/>
- [3] <https://www.nasa.gov/press/2013/august/nasa-tests-limits-of-3-d-printing-with-powerful-rocket-engine-check/#.WaFqJHf5xp9>
- [4] <http://www.intelligent-aerospace.com/articles/2017/12/aerojet-rocketdyne-and-nasa-complete-hot-fire-tests-of-3d-printed-rs-25-rocket-engine.html>
- [5] <https://www.raytheon.com/news/feature/print-missile>
- [6] http://www.lanl.gov/discover/publications/1663/2016-march/assets/docs/1663_26_explosive-3d-design.pdf
- [7] <http://www.nti.org/analysis/articles/3dprinting-bringing-missile-production-neighborhood-near-you/>
- [8] <https://www.sipri.org/publications/2017/sipri-background-papers/3d-printing-and-missile-technology-controls>