



Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı

Dünyanın en büyük 3-D yazıcısı Geniş Alanda Aditif İmalat (BAAM) makinasıdır

# 3-D'NİN AYAK İZİ BÜYÜYOR

3-D Footprint Grows<sup>1</sup>

John Kosowatz<sup>2</sup>

3win Cities'in dışında yaşayan eski bir kamyon şoförü olan Mike Tkadlec, birçok transmisyon tamiriyle uğraşması-

nın ardından dişli yerine mıknatıs kullanarak yeni bir transmisyon sistemi oluşturmaya karar verdi. Tkadlec, "Yapılamayacağımı an-

layacak kadar bilgim olmadığı için işe koyuldum ve yaptım." dedi.

<sup>1</sup> Mechanical Engineering (The Magazine of ASME) Dergisi'nin Ekim 2015 tarihli sayısında yayımlanan bu yazı, Yeliz Demir tarafından dilimize çevrilmiştir.

<sup>2</sup> Mechanical Engineering Dergisi baş editörü.

T 3-D yazıcıların uygulama alanları genişledikçe, ekipman boyutu büyürken üretim süreleri kısalmaktadır. Yeni 3-D yazıcıların boyutları gittikçe büyümektedir. Bunlardan birinin şu an gövde hacmi 8x20x6 fit olup, saatte 100 poundluk kompozit termoplastik malzeme akım oranına sahiptir.

Yazıcının üreticileri olan Cincinnati Inc. ve ABD Enerji Bakanlığı'nın Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı (ORNL), başlangıçta 6x13x3 fit gövde hacmine sahip olan ve saatte en fazla 40 poundluk baskı yapabilen Geniş Alanda Aditif İmalat Makinalarının veya diğer adıyla BAAM'ın boyutlarını büyültmüşlerdir.

Yeni makina, ORNL mühendisleri tarafından geliştirilen yeni bir ekstrüzyon sistemi kullanmaktadır. Bu sistemle saatte 100 poundluk baskı oranını yakalamak hedeflenmektedir.

Küçük BAAM makinası 2014 yılında Chicago'da düzenlenen IMTS Show'unda tanıtılmıştır. Burada makina, Phoenix merkezli özel otomobil firması Local Motors'un ürettiği bir otomobil olan Strati'nin tüm parçalarının baskısını 44 saatte tamamlamıştır.

BAAM bu yılın başında da Shelby Cobra için parça baskısı yapmıştır.

ORNL'nin Otomasyon, Robot Teknolojisi ve Üretim grup lideri Lonnie Love'a göre en etkileyici olan şey de mühendislerin Geniş Alanda Aditif İmalat teknolojisini sadece 6 ay gibi bir sürede geliştirmiş olmasıdır.

ORNL, Eylül ayında düzenlene-

**"ORTADA ETKİLİ BİR NOKTA BULMAMIZ VE AYNI ZAMANDA ENERJİ YOĞUNLUĞUNU DA MÜMKÜN OLDUĞUNCA DÜŞÜK TUTMAMIZ GEREKİYORDU. OTOMOBİL PARÇALARINI BASMAYA BAŞLADIĞIMIZ ANDA, TABAKALAR BİR DESTE KAĞIT GİBİ BİRBİRLERİNDEN AYRILDI"**

Lonnie Love, Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı

cek olan Teknoloji Show'da Local Motors'un bir Strati aracının baskısını yapmak amacıyla 2014 Mart'ında Cincinnati ile bir or-

taklık anlaşması yapmıştır. Love bu konuda şunları söylemiştir: "Sistem henüz geliştirilmeden, bu teknolojiyle bir arabanın baskısını yapmaya kararlıydık."

Love, ORNL'nin 3-D baskı çalışmalarına 2012 yılında polimer sistemleriyle başladığını söylemiştir. Laboratuvarın ürün sergileme tesisi, yeni malzeme ve süreçler geliştirmek ve sonrasında teknolojiyi yaygın üretime yansıtmak üzere donatılmıştır. Love pek çok kullanıcının, örneğin havacılık şirketlerinin, laboratuvarı ziyaret ederek tamamlanmış bir ürün aradıklarını belirtmiştir.

Daha önceleri, 3-D baskısında kullanılan plastikler iç gerilimleri değişken olduğu için problem yaratmaktaydı. Araştırmacılar işe bu plastikleri rafine etmekle başladılar. En önemli ilk adım Ocak 2013'te karbon fiberin ham plastiğe eklenmesiyle atıldı. Love, söz-



Oak Ridge Laboratuvarı'ndan Lonnie Love 3-D baskısı yapılan Shelby Cobra üzerinde çalışırken

lerine şöyle devam etmiştir: “Bu ezberleri bozan bir gelişmeydi. Gerilimleri karbon fiber sayesinde tamamen ortadan kaldırıyordu-nuz.”

Sıradaki aşama, büyük objeler üretebilen bir yazıcıyı inşa edecek bir firma bulmaktı. 2014’ün başlarında, çalışma Cincinnati’nin yöneticilerinin ilgisini çekmişti. Firma, ORNL’nin geniş ölçekli 3-D yazıcılar üzerinde yapmış olduğu ilk çalışmalara uyumlu olarak yüksek hızlı köprü ve lazer kesim sistemleri üretmiştir. Üç ay içerisinde Cincinnati 3-D yazıcısı için ilk köprüsünü üretmiştir.

Cinninnati’de piyasa geliştirme departmanı başkanı olan Rick Neff şu açıklamalarda bulunmuştur: “Oak Ridge’in plastik ve geniş ölçekli ekstrüderler kullanma ve köprü üzerine montaj yapma geleneği vardı. Kendimize soruyorduk: ‘3-D baskıdan nasıl yararlanabiliriz?’ Köprüler üretiyoruz. Yani bir nevi çikolata ve fıstık ezmesi gibi.”

Ölçeğin büyütülmesi bazı deneme ve yanılmaları da beraberinde getirdi. Love’a göre, 3-D yazıcılarının çoğu yavaş çalışan oldukça küçük makinalardır. Saatte bir inç küp civarında parçanın baskısını yaparlar ve tamamlanmış ürünün hacmi genellikle bir ayak küpten (1ftx1ftx 1ft) daha düşüktür.

Love ve ekibi, ısı denetimini sürdürmenin bazı zorluklarına şahit olmuşlardır. Eriyen küçük parça-

larda şekil bozuklukları ve slamp problemi, geniş parça tabakalarının arasında ise birleşme sorunları vardı. Ekstrüderin memesi malzemeyi yayarken, memenin geniş alanlar üzerinden geçmesi esnasında hali hazırda yayılmış olan malzeme soğuyabiliyordu. Bu da bir sonraki tabakaya uygulandığında birleşme sorunlarına yol açabiliyordu.

Love şöyle devam etmiştir: “Ortada etkili bir nokta bulmamız ve aynı zamanda enerji yoğunluğunu da mümkün olduğunca düşük tutmamız gerekiyordu. Otomobil parçalarını basmaya başladığımız anda, tabakalar bir iskambil destesi kartları gibi birbirlerinden ayrıldı.”

Ekip şu anda düşük basınç düzeylerinde 210°C’ye kadar ısıtılabilen standart enjeksiyon kalıplama peletleri kullanmaktadır. Love, “yüksek basınca maruz bırakmıyor, ölçülü ısı ve hız kullanıyoruz.” dedi. Şu an çok hızlı bir biçimde, büyük miktarda malzemeyi yayabiliyoruz. Maliyetleri bir küp inç için 3 cent ila 10 cent arasında değişen malzemeler sayesinde geniş hacimli baskı uygulamaları makul fiyatlarla gerçekleştirilebilmektedir” demiştir.

Cinninnati’nin köprüleri saniyede 200 inçlik alanda işlem yapabilmektedir. Araştırmacılar, büyük miktarlarda malzemeyi kusursuzca yayabilen bir ekstrüder üzerinde çalışmaktadırlar. Proje başladığında köprü saniyede bir inç

düzeyinde çalışıyor, 0,3 inçlik bir memeden saatte 10 poundluk malzemenin uygulamasını yapıyordu. Bu oranlarda, Local Motors’un Strati’sinin parçalarını basmak bir haftanın üzerinde bir zaman alırdı.

Love, otomobilin parçalarını basmaya başlamadan iki hafta önce ORNL mühendislerinin, yeni bir vida ürettiklerini, bu vida sayesinde akış oranını saatte 40 pounda, köprü hızını ise saniyede 4 inç çıkararak otomobilin basım süresini 44 saate kadar indirdiklerini belirtmiştir. Araştırmacılar şu an farklı boyut ve hıza sahip memelerle denemeler yapmaktadır. Local Motors bu teknolojiyi daha da geliştireceğini açıklamamış ve ORNL’ye yakınlarında, Knoxville, Tennessee’de bir tesis açacağını bildirmiştir.

Neff, Cinninnati şu ana kadar beş makine ürettiğini ve bunlardan üçünü sattığını belirtmiştir. Sözlerini şöyle sürdürmüştür: “Bu gerçekten devrim niteliğinde bir şey. IMTS Show’unda otomobilin baskısını yaparken, insanlar ona bakıyor ve ‘Vay be!’ diyorlardı. Ama ‘Benim buna uygun harika bir uygulamam var’ diyemiyorlardı.”

Neff ve Love bu teknolojinin makina parçaları üretilmesinde ve endüstriyel kalıplama faaliyetlerinde etkin bir rolü olacağına inanmaktadırlar. Love son olarak şunu söylemiştir: Eğer bir kalıbı yalnızca bir günde ve 1000 dolar maliyetle üretebiliyorsanız, üretici için bu bir devrim niteliğindedir.” ■