

ANTİK ÇAĞLARIN SÜPER ÇELİĞİ

James TREFIL

Şam çeliği! Çölde Haçlılara karşı döğüşen süvarileri anımsatan, efsanevi kılıçların yapıldığı çelik. Bir söylentiye göre, Büyük İskender, Gordiyon düğümünü böyle bir kılıçla kesmişti. Suriye'nin Şam şehriden Avrupa'ya satılan bu kılıçlar, bir saç kılını derhal iki parçaya bölecek kadar keskinlikleri ile ün kazanmışlardı. Uzun bir süre, böyle kusursuz bir çeliğin nasıl yapıldığı bilinmemekteydi. Fakat geçenlerde, Stanford Üniversitesi'nden bir grup metalurjist, çelik parçaların üretim maliyetlerini büyük ölçüde azaltacak teknikleri geliştirirken, bu çeliğin nasıl yapıldığını buldular.

1975 yılında Stanford'da bu metalurji araştırmasına başladıklarında, eski zamanların kılıçlarının gizemini çözmek Oleg Sherby ve Jeffrey Wadsworth'un akıllarının ucundan bile geçmiyordu. Malzeme bilimi ve mühendisliği Profesörü olan Sherby ile şu anda Lockheed uçak firmasının araştırma laboratuvarında çalışan Wadsworth, süperplastiklik diye adlandırılan ve o sıralarda sadece birkaç alaşımın sahip olduğu bu mükemmel özelliğin sırrını bulmak istediler. Süperplastik metal, metalurjistlerin işleme sıcaklığı dediği dereceye ısıtıldığında (çelik için, kızıl rengin oluştuğu sıcaklık) ciklet gibi bir davranış gösterir; çekilir, uzatılır, yayılır ve kopmadan, kırılmadan istenilen biçimde şekillendirilir. Bundan sonra soğutulduğunda esas mukavemetini muhafaza eder.

Açıkça görülebileceği gibi, böyle bir özellik, karışık şekilli metal parçaların üretiminde çok büyük bir tasarruf sağlayacaktır. Bugün, örneğin, otomobil dişlisi gibi bir parça yapımında uygulanan standart yöntem, bir mermer blokta veya ağaç gövdesinden yontuyla heykel

Makina parçalarının üretim maliyetlerini düşürmek için yeni bir alaşım geliştirmeleri sırasında iki bilim adamı, farkında olmaksızın ortaçağın ünlü kılıçlarının sırrını çözdüler.

yaıpmaya benzer şekilde, bir metal blokun makina ile işlenmesidir. Bu sadece, çok miktarda metalin israf edilmesi değil, (bitmiş parçadan 10 kere daha ağır bir metal kütlesi ile işe başlamak hiç de alışılmamış bir şey değildir) aynı zamanda, hayli usta bir teknisyenin çok uzun zamanının da tüketilmesidir.

Örneğin, bir uçak motorunun muhafaza edildiği kafes kirişi, 8 kadar ayrı parçadan yapılmakta ve bu parçalar 96 farklı yerden birbirlerine bağlanmaktadır. Oysa tüm bu düzen, tek bir titanyum alaşımından oluşturulabilir. Bu alaşım, süperplastik haldeyken şekillendirilir ve sonra da soğutulur. Dolayısıyla hem malzemeden, hem de işçilikten tasarruf edilmiş olunur. Gerçekten de, son zamanlarda gerçekleştirilen uçak yapımı ile ilgili araştırmalar, süperplastik titanyum kullanılarak üretilen parçaların maliyetlerinde, genel olarak % 60'lık bir azalmaya olduğunu göstermektedir.

Stanford araştırma ekibi, elbette titanyum alaşımlarının bu özelliklerini bilmekteydiler. Fakat onlar, aynı zamanda üstün mukavemet ve dayanıklılığı nedeniyle, birçok makina parçasının çelikten yapıldığının da farkındaydılar. Sherby ve Wadsworth'un dediği gibi ana sorun, süperplastik özelliğe sahip çeliklerin yapılıp yapılamayacağı idi. Bu hedefi gerçekleştirmek için, demir ve karbonu bir araya getirip, süperplastikliğin sağlayacağı yararları tüm yeni üretim alanlarına yaymak istiyorlardı.

Bu iki bilim adamının çalışmaları bir kere daha göstermiştir ki, bilimsel araştırmalar kendi iç mantıklarını izlemekte serbest bırakıldığında en iyi sonuçlar meydana getirirler. Bu olayda, bilimsel polisiye romanı gibi başlayan gelişmeler, Şam çeliğinin bileşimine çok benzeyen bir

bileşimin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu yeni malzemenin de, otomobil dışısından helikoptere kadar, herşeyin üretim maliyetlerini düşürmede büyük bir potansiyeli vardır.

Bu araştırmanın mantığını kurmada, metallerin çok önemli bir özelliğinden hareket edilmiştir. Mikroskop altında incelendiğinde hiçbir metal, atomlar denizi gibi düzgünlük içinde değil; fakat bir mozaik gibi küçük ve ayrı ayrı daneler (grains) halinde görülür. Tipik bir dane, boyut olarak bir cm'in yüzde birinden daha küçük olup, yaklaşık bir duman parçacığı büyüklüğündedir. Çıplak gözle görülmeyecek kadar küçük; fakat mikroskop altında rahatlıkla görülebilecek kadar büyüktür.

Süperplastik alaşımları normal alaşımlardan ayırt eden özellik, işte bu dane boyutlarının büyüklüğüdür. Süperplastik alaşımlarda daneler, normal alaşımlarinkinden 200 defa daha küçüktür.

Bu iki bilim adamı, "Dane boyutunun anahtar olduğunu biliyorduk ve eğer küçük, düzenli danelere sahip çelik üretmenin yolunu bulabilirsek, bunun süperplastik özelliğe sahip olacağından emindik" diyorlardı.

Kuşkusuz, böyle bir fikre sahip olmak meselenin bir yüzü ise, diğer yüzü, bunu uygulamaya aktarmaktır. Metalurjistlerin gayet iyi bildikleri gibi, metal ergimiş halden katı hale geçerken, daneler, tıpkı donan bir gölün üst yüzeyindeki buzları oluşmasına benzer şekilde meydana gelir. Önce küçük çekirdekler halinde başlarlar ve gittikçe dışa doğru büyürler. Dane boyutlarının büyümesini durdurmanın bir yolu, metale diğer bir malzemenin katılmasıdır. Çelik için bu madde karbondur. Stanford araştırmacıları bir süre sonra % 1'den daha fazla karbon içeren "çok yüksek karbon çeliklerini" (Ultrahigh carbon steels) incelemeleri gerektiğini anladılar. Bu miktarın altında metal çok kaba daneleri içermekteydi.

Bu araştırmacılar, demir ve karbon arasındaki etkileşimin özel bir yol ile kontrol altına alınabileceğini de öğrendiler. Sementit adı verilen demir-karbon bileşim ağını oluşturmak için % 1.5 civarındaki karbon yeterli bir orandır. Bu yapı, metalin tamamı boyunca yayılır ve gerçekten de danelerin çok fazla büyümesine engel olur. Fakat bu yapıdaki bir çelik, çok kırılğandır ve dolayısıyla kullanışlı değildir. Bu durum, Haçlıların Kutsal Topraklar'dan dönerken, yanlarında getirdikleri kılıçlar gibi dayanıklı, tok ve keskin kılıçlar yapmak istiyen ortaçağ demircilerini büyük bir şaşkınlığa ve karmaşıklığa düşüren bir ikilemdi.



Oleg Sherby'ya (solda) göre, açık sarı renge kadar ısıtılan Şam çeliği, koyu pembe renk alıncaya kadar soğutularak değişik biçimlerde haddelenebilir.

YARATICI HİKÂYELER

Belki de bu şaşkınlık, kılıçların nasıl yapıldığı hakkında abartılmış öykülerin doğmasına neden olmuştur. Bazıları, metalin dövülmeden önce kırılıp parçalara ayrıldığını ve yem ile karıştırılarak tavuklara verildiğini ve daha sonra tavuk dışıklarından alınıp ergitilerek, bu çeliğin yapıldığını söylemişlerdir.

Başkaları ise sırrın su vermede (dövme sıcaklığından soğutma) olduğuna inanırlardı. Bununla birlikte antik çağlardan kalma bilgilerde, nasıl su verildiği konusu da çelişkilidir. Örneğin, Hindistan'daki bilgiler, son su verme işleminin kılıcı güçlü, kuvvetli bir kölenin vücuduna sokmakla yapılmasını ve dolayısıyla kölenin kuvvetinin kılıca geçeceğinden bahsederken, Mısır kaynakları, şişman bir Nubyalı'nın karnına sokulmasını önermektedir. Eğer bu öneriler harfi harfine uygulanmışsa, yüksek kalitedeki bu kılıçlardan neden bu kadar az yapıldığının nedeni de ortaya çıkar. Bu tip hunharca davranışların dışında, daha başka yöntemlerle su verme işlemi de kullanılmıştır. Örneğin, üç gün boyunca eğreltiotundan başka bir şey yedirilmemiş bir keçinin veya kızıl saçlı bir çocuğun idrarı soğutma işleminde kullanılmıştır. Diğer bir yöntem de, kızgın kılıcın bir atlıya verilerek metal soğuyuncaya kadar çölde dörtnele gidilmesidir.

Şam çeliklerinin bir gizemi olduğu, Avrupalılar için sadece hikâyelerden kaynaklanmıyordu. Ortaçağda çelik, Avrupalılar için Hindistan'da yapılıyor ve külçeler halinde İran'a gemiyle gönderiliyordu. Seyyahlar bu Hint çeliğini Avrupa'ya getirdiklerinde demirciler bundan

kılıç yapmaya çalışıyorlar ve sorunlar ortaya çıkıyordu.

Esas güçlük, akkor hale getirilmiş çeliği dövmeye çalışıldığı sırada ortaya çıkmaktaydı. Eğer yüksek karbonlu bir çelik kütle bu sıcaklığa ısıtılırsa, sementit ağının yanındaki demir ergimeye başlar ve dövüldüğünde parçalanır. "Eski demirciler bu metali işleyemeyeceklerini anlattılar" diyor Sherby ve Wadsworth şöyle devam etmektedir: "Ve kuşkusuz, oda sıcaklığında işlemek için de bu çelik çok gevrek, çok kırılgan idi. Dolayısıyla bu işten tamamen vazgeçtiler. Bu tutum yıllarca devam etti. Bir süre öncesine kadar çok yüksek karbonlu çelikler hakkında oldukça az çalışma yapıldı"

Fakat bu metal işlenebilir. Eğer bir demirci, Sherby ve Wadsworth'un Stanford'da geliştirdikleri yöntemi harfi harfine uygularsa, bunu başabilir. 1980 yılında geliştirdikleri yöntem, metali 2050°F (1121°C)'den 1200°F (648°C)'ye soğurken, sürekli olarak haddelemek (metali ezerek uzatmak ve yaymak) ve bu sıcaklıkta metali tutarken, tekrar haddelemektir. Bu işlem, hamurun yoğrulup, oklava ile açılmasına benzer. Ortaçağlarda demircilerin örs ve çekiç ile yaptıkları bu çalışma, günümüzde modern laboratuvarlarda veya fabrikalarda, makinalarla yapılmaktadır.

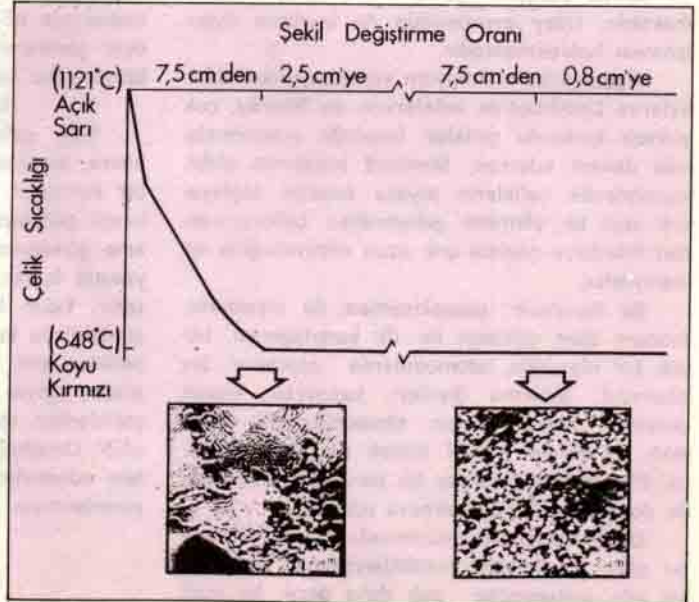
Sementit bileşiği oluşmasına rağmen, metal üzerinde yapılan sürekli işleme nedeniyle bu bileşik, her zamanki gibi kırılgan ağ örgüsü içine çökme şansını bulmaz. Fakat çok küçük parçacıklar halinde metalik danelerin sınır-

larında toplanır. Bu durum'un, sadece malzemenin işleme sıcaklığında süperplastik olmasına neden olmaz; fakat aynı zamanda, oda sıcaklığında da artık kırılgan değildir. Daha da ilginç, daneleri daha da küçük olmakla beraber, bu süperplastik malzemenin kimyasal bileşimi, eski Şam çeliklerine çok benzemektedir. Sementit dağılımı çok daha düzgün olduğundan Stanford çeliği, düzensiz dağılımlı bu eski çeliğin belirgin özelliklerine sahip değildir.

Sherby ve Wadsworth'un konu ile ilgili açıklamaları şöyleydi: "Yapmış olduğumuz süperplastik çeliğin ortaçağın savaş araçları ile bir ilgisi olduğunun farkında değildik. Yaattığımız çeliğin iç yapısını açıkladığımız bir bilimsel toplantıda, katılanların bazılarının bu çelik ile Şam çeliğinin bileşimleri arasındaki benzerliği bize söylediklerinde durumun farkına varabildik"

Eğer hikâye burada bitmiş olsaydı, yukarıdaki sözler bir öyküyü bitiren sözlerden daha da ilginç olmayacaktı. Fakat yakın bir zamanda süperplastik çeliklerin, alüminyum ve titanyum alaşımlarının kullanıldığı alanlara etkin bir şekilde gireceği kesin olarak görülmektedir. Son birkaç yılda bu iki malzemeden yapılmış mermüler hakkında yüzlerce patent çıkmıştır ve çıkmaya da devam etmektedir. Süperplastik alaşımlar, günümüzde oyun makinalarından uçak ve helikoptere kadar çeşitli alanlarda uygulanma imkânı bulmuştur. Özellikle havacılık sahasında çok kullanışlı olmaktadır. Örneğin, hassas elektronik dişliyi muhafaza eden hafif fakat dayanıklı yuvalar, bu malzemelerden yapı-

Şam çeliklerinin oda sıcaklığındaki olağanüstü mukavemetleri çok küçük küresel parçacıklardan kaynaklanır. Bu yapı, karbonu yüksek çeliği 1121°C'e kadar ısıtıp sonra 648°C'ye soğurken haddelemek (örneğin 7,5 cm. kalınlıktan 2,5 cm. kalınlığa) suretiyle daha da iyileştirilir. Bu sıcaklıkta çelik, plakaya benzer parçacıklara sahip olur. (soldaki resim). Plakaya benzer bu parçacıklar yuvarlak parçacıklar kadar oda sıcaklığında çatlamalara yol açar. 648°C'de yapılan daha fazla haddeleme ile plakalar küre şekline indirgenir. (sağ resim).

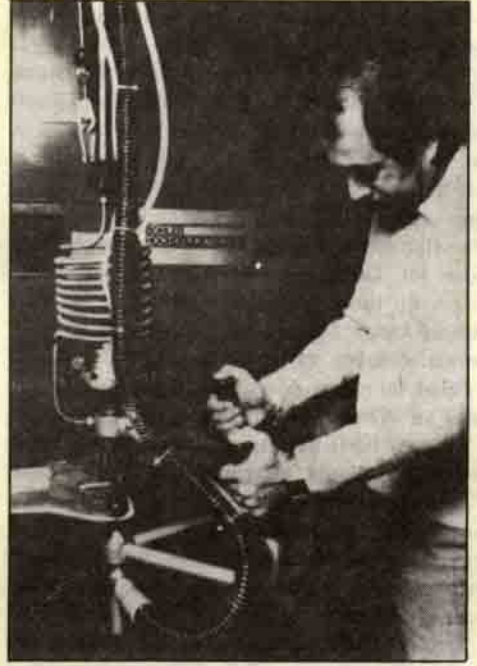


BASINÇLI SU İLE MALZEMELER KESİLEBİLİYOR

Bir Avusturya firmasının gerçekleştirdiği yöntemle, metal ve cam dışında bütün malzemeler, basınçlı su kullanılarak kesilebiliyor.

Geliştirilen yöntemde 4.000 atmosfer basınca yükseltilen su, ses hızının iki katı bir hızla kesilecek maddenin üzerine püskürtülüyor. Çok ince olarak (yaklaşık 0,2 mm.) yöneltilen su, malzemede en verimli kullanımı sağladığı gibi, parçacıkları da birlikte götürdüğü için kesme sırasında toz kalkmasını da önüyor.

Yeni yöntemle lastik, asbest, selüloz, tekstil, izolasyon maddeleri ve özellikle sentetik malzemelerin başarıyla kesilebildiği bildiriliyor.



Basınçlı su yöntemi ile sentetik bir malzemenin kesim işlemi görülüyor.

maktadır. B-1 bombardıman uçaklarının prototiplerinin motor ve gövde kısımlarında, süperplastik dövme parçalar geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Uzay gemilerinde de bunların uygulanması beklenmektedir.

Wadsworth, alüminyum ve titanyumun özelliklerini Lockheed'de incelerken ve Sherby, çok yüksek karbonlu çelikler üzerinde araştırmalarına devam ederken, Stanford araştırma ekibi, süperplastik çeliklerin piyasa üretimi sağlayacak yeni bir yöntemi geliştirdiler. Laboratuvar dan fabrikaya geçişin çok uzun olmayacağına da inanıyorlar.

Bu durumun gerçekleşmesi ile insanların, modern çelikleri ile ilk karşılaşması, büyük bir olasılıkla, otomobillerde olacaktır. Bir otomobil, aktarma dişlileri, kasnaklar, motor donanımı, makas yayları, tamponlar gibi dayanıklı ve karışık şekilli birçok parçalara sahiptir. Süperplastik çelikler bu parçaların hepsinde de doğal olarak kullanılmaya adaydır.

Uzay araçlarının tasarımında, birçok elemanlar aynı standartları taşıdıklarından, belki de bir aile arabasından çok daha önce, bu yeni

çelikler uçaklarda, roketlerde ve füzelerde görünecektir. Bilim adamlarının belirttiği gibi, "Süperplastik çelikler, karışık şekilli parçaların imalatında büyük bir tasarruf sağlayacaktır. Ve öyle görünüyor ki; eğer bir dişliyi ucuz yapılabiliyorsanız her şeyi yapabilirsiniz."

MUTFAK ARAÇLARI

Çeliklerin ne olduğu öğrenildikten sonra, bıçakların da bunlardan yapılacağı doğal bir sonuçtur. Nitekim Wadsworth ve Sherby, kendi çeliklerinden örnekleri bir bıçak imalatçısına göndermişlerdir. Bu imalatçı bunlardan piyasada kullanılan bıçakları yapmayı tasarlamaktadır. Yakın bir zamanda çelik mutfağ aletleri, günümüzde kullanılan normal yüksek karbonlu çelikler gibi, aşçıların övünç kaynağı olacaktır. Kısaca söyleyelim doğru olur: Bilim çeliklerinin mirasını kavramaya ancak başlamış olup, Ortadoğu'nun eski demircilerinin hayal bile edemeyecekleri kullanma alanlarında, ondan yararlanmayı düşünmektedir.

Science Digest'dan
Çeviren: Metalurji Y. Müh.
Feridun GÖRGÜLÜ