

## HIZLI SÜPERBİLGİSAYARLARA İHTİYACIMIZ VAR

Bilim adamları, teorilerini sınamak için modelleri ihtiyaç duymakta, mühendisler ise bu modelleri, çizimlerini geliştirmekte kullanmaktadır. Şimdi hepsi süperbilgisayarları yardımı çağırılmış olup, gerçeğe daha uygun simülasyonlar için bilgisayarlardan şimdikinden daha üstün bir işlem gücü istemektedirler.

Edwin GALEA

Mühendislerin ve bilim adamlarının, saniyeler içinde milyarlarca toplama ve çarpma yapmasını gerektiren durumlar vardır. Ellerinde ancak böyle bir güç olduğu takdirde, otomobillerin performansının, atmosferde fırtınaların izlediği yolun, hipersonik uzay araçlarının çevresindeki hava akımının ya da deniz dibi kaynaklarından en iyi şekilde petrol ve gaz elde etmenin modellerini hazırlayabilirler.

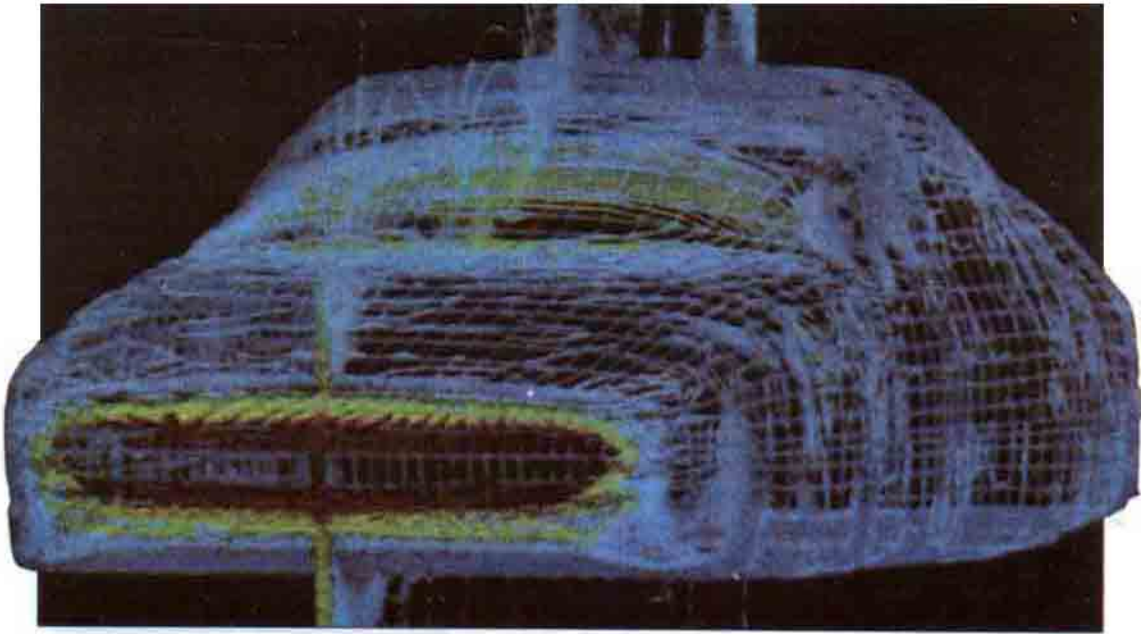
Model yapmak, gerçek bir olayın teorik davranışını, çözümünü tabiatı taklit eden matematik ifadelerle göstermeyi gerektirir. Sayısal simülasyonlar çoğu kez fikirleri sınamakta fiziksel deneylerden daha ya-

*Üstün nitelik : Mazda, hava akışını (yukarıda) ve araç çevresindeki basıncı bir süperbilgisayar kullanarak çizimlemektedir. Bilgisayar, yerin göreli hareketini de simüle edebiliyor (sağda). Halbuki bir rüzgâr tüneli (solda) bunu yapamaz.*

rarlı olmakta, üstün güçlü bilgisayarlar, masraftan ve zamandan tasarruf gerektiren hallerde özellikle işe yaramaktadır. Bunlara örnek olarak, bir uzay mekiğinin yeni bir çiziminin değerlendirilmesi, hava tahmini, bir deniz dibi petrol kuyusunun ya da bir içten yanmalı motorda ateşleme pistonunun durumunun incelenmesi gösterilebilir.

Bir süperbilgisayar 20 milyon Dolara (yaklaşık 36 milyar Türk Lirası'na) mal olabilir; ama, araştırmacılar akışkanlar dinamiği gibi güç problemleri çözmeye kalkıştığı zaman değerini ispat etmektedir. Böyle problemlerin çözümünde kullanılan CFD, Navier-Stokes denklemleri denen temel akışkanlar hareketi denklemlerini sayısal olarak çözmek suretiyle hem gaz, hem de sıvı durumundaki akışkanların davranışını simüle eder. Havanın, suyun, yanıcı olan gazların, yer atmosferinin, okyanus akıntılarının ve erimiş madenlerin dolanımı, CFD ile süperbilgisayarların işbirliğine uygun geniş alanlar oluşturmaktadır.

Akış hareketindeki fiziksel gelişimler çok küçük ölçeklidir; bundan dolayı CFD, akış bölgesini binlerce küçük hesap hücresine böler ve her bir hücreyi yöneten denklemi çözer. Hücrelerin sayısı, incelenen olaya, geometrisinin karmaşıklığına, istenen in-



*Otomotiv mühendisleri, CFD ile süperbilgisayarları, meselâ içten yanmayı ve bir ateşleme silindirine püskürtülen yakıtın yayılımı ile radyatör ve motor bölümündeki ısı akışını incelemekte kullanmaya başlamışlardır. Üstte simüle edilmiş bir otomobil görülmektedir.*

çelik ölçüsüne ve bir de bilgisayarın hızı ile hafızasının büyüklüğüne bağlıdır. Bir tabiat olayını incelikli biçimde yansıtılabilmek için, fiziksel davranışının her üç boyutta öngörüleceği üç boyutlu bir simülasyon gerekir. Bu ise, büyük ölçüde hafıza gücü ve zaman gerektirmektedir. Araştırmacılar bundan dolayı, problemi çoğu kere iki boyuta indirgeyerek basitleştirirler.

Uçak, otomobil ve gemilerin çiziminde karşılaşılan karmaşık geometri ve akış problemlerinin çözümü için gerekli ayrıntılı hesapları yapmamıza imkân verecek hız ve hafızayı, ancak süperbilgisayarlar sağlayabilir. Otomotiv mühendisleri, CFD ile süperbilgisayarları, meselâ içten yanmayı ve bir ateşleme silindirine püskürtülen yakıtın yayılımı ile radyatör ve motor bölümündeki ısı akışını incelemekte kullanmaya başlamışlardır. İngiltere'deki Jaguar, Japonya'daki Mazda ve ABD'deki General Motors gibi şirketler, bu gibi teknikleri arabalarının aerodinamik özelliklerini araştırmak için kullanıyorlar. Amaçları, güvenlik ile estetikten bir fedakârlık yapmaksızın, yüksek hızlardaki yakıt verimliliğini ve dengeyi artırmaktır. Geçmişte çizimciler, bir aracın hava direnci ile kaldırma gücünü, rüzgâr tünellerinde çeşitli model ve tam ölçekli prototipler kullanarak kestiriyorlardı. Bu, pahalı ve zaman alıcı bir usul idi. Şimdi CFC programlı bir süperbilgisayar, böyle bir deney düzenini gereksiz kılmaktadır.

Bir araba üzerindeki hava akışının modelini çizmek, aracın geometrisinin karmaşıklığı ve akış gir-

dabının üç boyutlu olması yüzünden fevkalâde güç bir iştir. Araştırmacılar aynı zamanda, akış simülasyonu sırasında yerin etkisini de dikkate almak zorundadırlar. Bunun deneysel olarak incelenmesi güçtür. Bir Perkin-Elmer minibilgisayarı, bir araba profilini 17.000 hücreli hesap ile, 20 saatte hazırlayabildi. Buna karşılık, Mazda 26.000 hücre kullanarak Fujitsu VP-200 süperbilgisayarıyla sadece 20 dakikada iki boyutlu akışı simüle etmeyi başardı. Alınan sonuçlar, çizimcilerin aracın altındaki hava akışını daha iyi düzenleyerek, aerodinamik hava direncini azaltabileceklerini göstermektedir. Sonuçlar ayrıca yer hareketinin, bir aracın kaldırma gücünü nasıl etkilediğini aydınlatmıştır. Direnç ve kaldırma



**İdeal avcı uçağı :** Süperbilgisayar çizimleri, F-16A avcı uçağı gibi uçakların kanatlarındaki karmaşık girdaplı akışları modelleme imkânını vermektedir.



**NASA, fırlatma sırasında uzay mekiğinin etrafındaki hava akışını modellemek için Cray-2'den yararlanmıştır. Bu süperbilgisayar ile yapılan simülasyonun sonuçları, bir rüzgâr tüneli ile yapılan deneylerin sonucuna uymaktadır. Mühendisler, uçuş güvenliğini artırmak için bu bilgilerden yararlanıyorlar.**

gücü problemlerinin ayrıntılı çözümü, ancak üç boyutlu simülasyonla mümkün olabilecektir. Mazda daha şimdiden bir milyon hücre kullanarak bunu gerçekleştirmeye çalışmaktadır.

CFD'nin endüstrideki en gelişmiş uygulaması, havacılık ve uzay alanında görülmektedir. Meselâ NASA'nın Ames Araştırma Merkezi, bir Cray X-MP/48 süperbilgisayar kullanarak, bir F-16 avcı uçağı etrafındaki akışı, gerçeğe uygun biçimde simüle edebilmiştir. Bunun için 300.000 hücre ve 20 işlem saatine ihtiyaç olmuştur. Ames'teki mühendisler şimdi Cray-2 süperbilgisayarından yararlanarak, uzay mekiğinin fırlatılışı sırasında araç çevresindeki hava akışını simüle etmeyi başarmışlardır.

Süperbilgisayar ya da deneysel usuller arasında bir tercih yapmada maliyet, ana etken olmakla birlikte, yegâne etken değildir. Tabiat olaylarında zaman faktörü, deneycinin işini imkânsız kılabilir. Örnek olarak yanmadaki kimyasal değişimlerin saniyenin milyonda biri içinde meydana geldiğini, buna karşı kita plâkası hareketlerinin milyonlarca yılda oluştuğunu hatırlatalım. Ayrıca, 24 saatlik bir hava tahmini, herhalde 24 saatten çok daha kısa bir süre içinde hazır olabilmelidir. İşte süperbilgisayarlar, bize saate karşı yarış kazanmakta yardımcı olmaktadırlar.

Hava durumu simülasyonlarında CFD, global bir ölçekte kullanılıyor. Atmosferdeki dinamik gelişmeler, moment, termodinamik, nem, süreklilik ve hid-

rostatik denklemleriyle ifade edilmektedir. Araştırmacılar, bu denklemleri çoğunlukla binlerce hücre içeren bir ızgara kullanarak çözerler. Şimdiki bilgisayarların gücü, ancak yatay olarak 100 ve dikey olarak 1 kilometrelik bir düzlemi modellememize imkân veriyor. Böyle her bir düzlem için yapılan hesap, 15 dakika almaktadır.

Sayısal hava simülasyonunun başlıca iki tipi vardır: Birinci tip, bir ile yedi gün ilerisini öngören kısa süreli hava tahminleridir. İkinci tip ise, uzun süreli hava tahminleri olup, bunlarda onlarca hatta yüzlerce yıl sonraki havanın nasıl olacağı kestirilir. Bir hava tahmini ne kadar uzun süreli ise, güvenilir olmasını sağlayacak hücre ağı da o ölçüde geniş olmalıdır. Meselâ İngiltere için yapılacak bir hava tahmini, sürenin uzunluğu ile orantılı olarak önce İngiliz adalarını, sonra sırasıyla Batı Avrupa'nın bir kısmını, Atlantik Okyanusu'nu, Kuzey Yarıküre'yi ve sonunda bütün dünya küresini kaplamak zorundadır. Toplam olarak 972.800 hücre ihtiva eden böyle bir global ağın hesaplanması, bir Cray X-MP/48 ile beş milyon hesap işlemi ve ikibuçuk saat işlem zamanı gerektirmektedir. İklim modellerinde de aynı esaslar gözetilir; ancak, sürelerinin uzunluğu yüzünden yanlış payları, daha büyüktür. Meteorologlar, şimdi bunları, insan etkinliklerinin iklim etkisi, meselâ sera olayı, asit yağmuru ve nükleer kış gibi gelişimleri incelemek üzere kullanmaya başlamışlardır. Böyle durumların simülasyonu, süperbilgisayarlarla bile çok fazla

zaman almaktadır. ABD Atmosfer Araştırmaları Merkezi'nin Cray 1 ile yaptığı bir 20 yıllık iklim simülasyonu için 200 saat harcanmıştır.

Süperbilgisayarlar, mühendis ve bilim adamlarının, bir laboratuvarla kolayca ve güvenle oluşturulup incelenemeyen olayları araştırmak istedikleri durumlarda da değerini göstermektedir. Meselâ bir hipersonik uzay aracının, bir nükleer reaktör ya da bir petrol rezervinin muhtemel durum ve davranışının ayrıntılı bir incelemesi, ancak bir süperbilgisayarla sayısal simülasyon yaparak gerçekleştirilebilir.

1970'lerin sonuna doğru, büyük bir petrol şirketi, petrol rezervleri simülasyonu için bir süperbilgisayar satın aldı. Daha sonra petrol endüstrisi, süperbilgisayarların en önemli yararlanıcılarından biri haline gelmiştir. Petrol ve gaz, normal olarak kumtaşı ya da kireçtaşı oluşumlarının içinde ve bir ilâ birkaç kilometre derinlikte bulunmaktadır. Rezervler kilometrelerce uzanabilir ve yüzlerce metre kalınlığında olabilir. Simülasyonlarda rezerv bölgesi, binlerce iki ya da üç boyutlu bloka ayrılmaktadır. Bütün bir petrol alanının ince izgaralara ayrılmış analizi, 100 milyar hesaplama işlemini gerektirebilir. Böyle bir simülasyon, olağan bir bilgisayarla günlerce hatta haftalarca sürebilir. British Petroleum, Kuzey Denizi'ndeki rezervlerin durumunu incelemek için bir Cray X-MP/12 süperbilgisayarı kullanmaktadır.

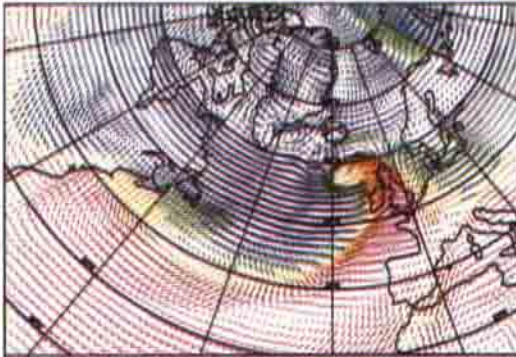
Araştırmacılar, âletleri yapılan deneyleri izleyecek biçimde yerleştirmekte zorluk çektikleri zamanlarda da, bilgisayarlara başvurmuşlardır. Bu, meselâ bir motor silindiri içindeki yakıtın yanması gibi yakından gözlemlenemeyen bir olayın incelenmesi ya da gözlem yapmak için kullanılan araçların, diyalim bir rüzgâr tünelineki desteklerin deneyin sonucunu etkilemesi durumlarında söz konusudur. Buna karşı, süperbilgisayarla yapılan simülasyonda böyle problemler ortaya çıkmamaktadır.

Uzay mekiğinin ana motorunun sıcak gaz tak-

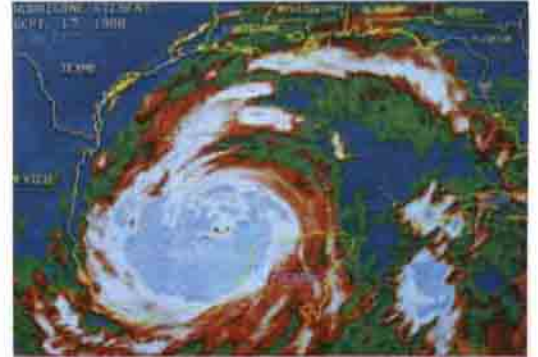
sim borusu SSME'nin yeniden çizimi, bir süperbilgisayarla yapılan simülasyonun âletlerle karşılaşılan zorlukları nasıl giderdiğini gözler önüne sermektedir. Araştırmacılar, motorun ağırlığını ya da hacmini arttırmadan SSME'nin verimini artırabilmek için, motorun taksim borusundaki sıcak gazların yüksek hızlı akışının dinamiğini anlamak zorundaydılar. Akış geometrisinin karmaşıklığı yüzünden, deneysel bir yaklaşım fevkalâde zor, zaman alıcı ve pahalı olacaktı. Dolayısıyla, AMES'teki araştırmacılar CFD ve bir Cray-2 süperbilgisayarı kullanarak, akıştaki en büyük basınç düşüklüğü ve enerji kaybının nerede olduğunu incelediler. Simülasyon sonuçlarından yararlanılan mühendisler ise, eski üç kollu sistemi iki kolluya indirerek, basınç düşüşünü % 36 oranında azalttılar.

Aslında süperbilgisayarların gücü, en büyük hizmeti yeni teorilerin geliştirilmesinde ve sınanmasında görüyor. Meselâ mühendislikte önemi olan çoğu akışkan hareketleri girdaplıdır; ama girdaplaşma konusundaki bilgilerimizin eksikliği, CFD'yi bunların akışını analiz edecek mükemmel bir araç haline getirmemizi önlemektedir. Japonya'daki bilginler, girdap analizi için üç milyon hücreli bir model ve bir VP-300 süperbilgisayarı kullanmışlardır. ABD'de ise Cray-2 ile 9,4 milyon hücreden yararlanılmıştır. Bu ayrıntılı çözümlerin sağladığı bilgiler sayesinde, bilim adamları, girdaplaşmayı daha iyi anlayacak ve daha mükemmel girdaplaşma modelleri geliştirebileceklerdir.

Günümüzde önemli sayıda olay, bir bilgisayarla sayısal olarak simüle edilebilir duruma sokulabilmektedir. Bununla birlikte, bilim adamlarının ve mühendislerin tabiat olaylarını daha da eksiksiz olarak kavrama arzuları henüz tatmin edilememiştir. Örnek olarak, yüksek hızlı otomobillerin ya da jet uçaklarının etrafındaki üç boyutlu girdap akışının ayrıntılı çözümünü için 125 milyondan fazla hücreye ihtiyaç vardır. Bu da, bugünün en hızlı bilgisayarlarını



**Batı rüzgârı ne zaman esecek?** Hava tahmincileri bu ve diğer soruları zamanı hızlandırarak cevaplandırmayı umuyorlar. Tahminciler bütün dünya öl-



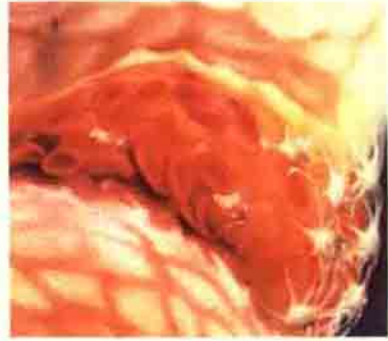
çüsündeki sıcaklık ve basınç denklemlerini şartların değişmesinden önce çözerek kasırgaları önceden haber verebilmektedirler (sağda).

## FOTOĞRAFIN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ



*Geçen sayıda ilginize sunduğumuz yılan benziyen resim yaprağa tutunmuş bir tırtıldır. Tırtıl, düşmanlarını korkutabilmek için kuyruk kısmını şişirerek yılan başı görünümü kazandırır. Sahte gözlerin üzerindeki beneklerde adeta yansıyan ışık görünümü vermektedir.*

*Bu ay alttaki resmi düşüncenize sunuyoruz.*



20 kat aşan bir hesaplama hızı gerektirmektedir. Meteorolojide de benzer bir problemle karşılaşılıyor: Hava modellerinin daha doğru olabilmesi için, şimdikinden katsayılarca güçlü süperbilgisayarlar gereklidir. Ne var ki, soğutma gerekleri ve elektronların sınırlı hızı yüzünden artık işlemci kapasitesinin sınırına yaklaşmıştır. İyimserler bile, tek işlemcilerin kapasitesinin 1990'ların başında ancak iki kat artırılabilirliğini sanmaktadır. Bu durumda ancak paralel işlem, yani çözümleme için birden çok işlemcinin birlikte kullanımı, ihtiyaçları karşılayabilecektir.

Böyle çok işlemcili (multiprosesörlü) bilgisayarlar şimdiden hizmete sokulmuş olup, ETA-10 ile Cray Y-MP, bir problemi paralel olarak işleyebilen güçlü sekiz işlemci ile donatılmıştır.

Paralel işlem usulleri, araştırmacılar tarafından hava rasatlarında başarıyla kullanılmıştır. Güney İngiltere'deki Bracknell'de bulunan Avrupa Orta Süreli Hava Tahminleri Merkezi, bu iş için bir Cray X-MP/48'den yararlanmaktadır. Bu dört işlemcili süperbilgisayar, hesapları eşdeğer bir tek işlemcili modelden 3,5 kat daha hızlı yapabilmektedir.

En büyük hızı elde etmek için, her bir izgara hücresine bir işlemci ayırmak gerekir. Bu amaçla binlerce işlemcisi olan makineler kullanmak gerekli olacaktır. ABD'de Thinking Machine (Düşünen Makine)'den geliştirilmiş olan Connection Machine (Bağlantı Makinesi), bunun yakında gerçekleştirile-

bileceğini gösteriyor. Makine 65.536 işlemciye sahip olup, 550 milyon işlemcinin faaliyetini simüle edebilmektedir.

Bu gibi makinelerin bütün imkânlarını kullanabilmek için, şimdiki bilgisayar programlarının yeni baştan yazılması gerekir. Aynı zamanda, problemler konusunda düşünme ve yeni çözümler formüle etme biçimimizi de değiştirmeliyiz. Eğer mühendislerle bilim adamlarının bu paralel makinelerden tam yararlanmasını istiyorsak, bize daha yapacak çok şey düşmektedir.

**New Scientist'ten kısaltarak çev.:  
Dr. Ergin KORUR**

