

AYLIK POPÜLER BİLİM DERGİSİ

BİLİM ve TEKNİK



YENİ TEKNOLOJİLER MÜHENDİSLİK

EKİM 2002 SAYISININ ÜCRETSİZ EKİDİR

HAZIRLAYAN : PROF. DR. VURAL ALTIN
Boğaziçi Üniversitesi Fizik Bölümü

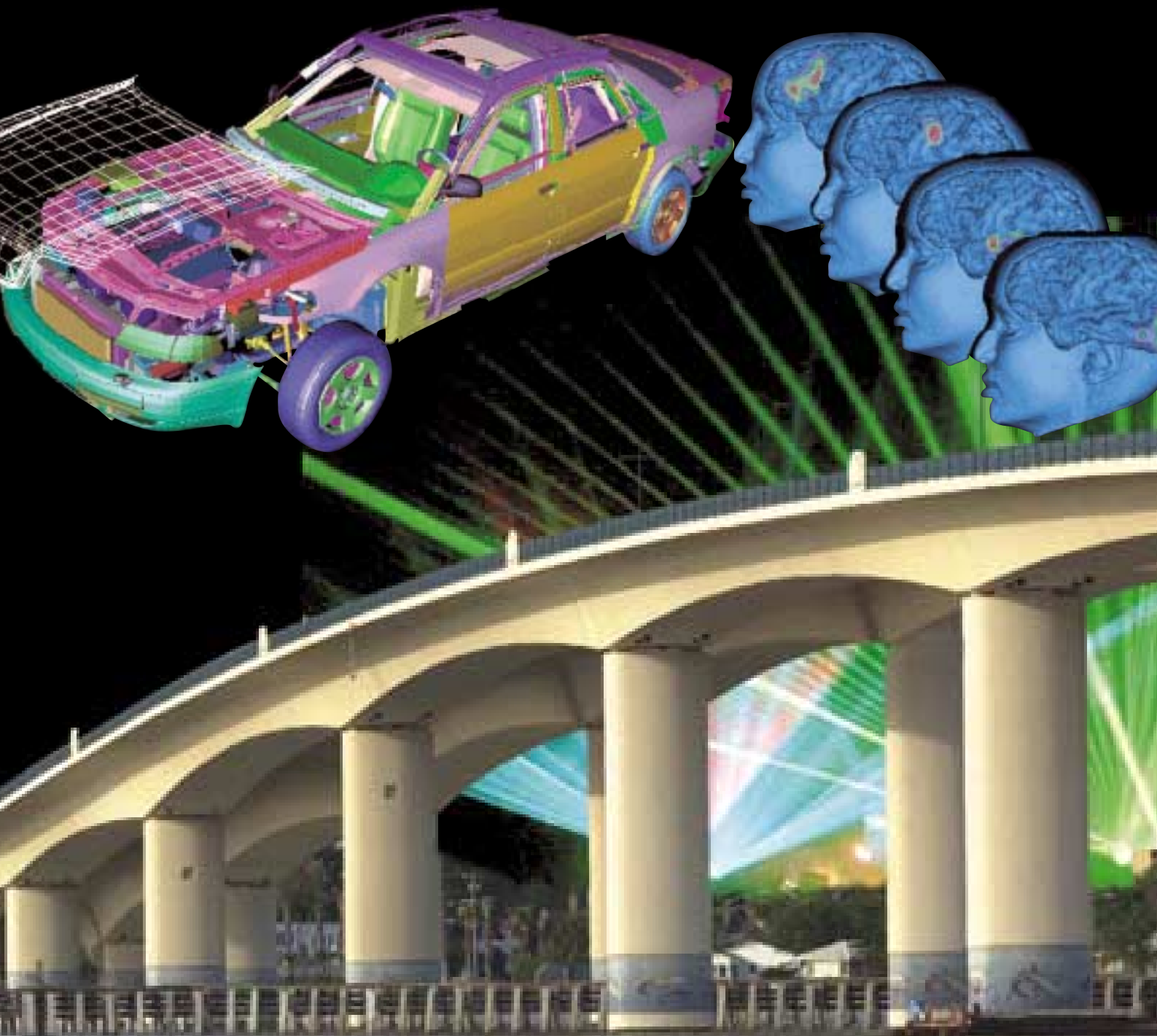
MÜHENDİS

YALIN haliyle insan pek de güçlü bir varlık değildir. Başbaşa kaldığı takdirde, tek bir vahşi kedi tarafından perişan edilebilir.

Kendisi açlıktan ölecek gibi olsa ve tam o sırada önünden geçmekte olan bir geyik fenalık geçirip bayılsa, çıplak elleriyle yapabileceği pek birşey yok olmaz. Çünkü, geyiğin derisini yırtabilecek pençeleri, deriyi delip parçalayacak sivri dişleri ve güçlü çene kemikleri yoktur; Ama akli vardır... Hayvanlar alemi ağırlıkça, dünyamızdaki yaşam stokunun küçük bir kısmını oluşturur. Keza, hayvanlar alemi içinde memeliler, memeliler arasında primatlar, bu sonuncular içerisinde de insanlar, deveye kulak gibidirler. İnsan buna rağmen, yeryüzündeki en etkin varlıktır: akli sayesinde. Yeryüzündeki her türlü iklimde yaşayabilir. Çünkü çevre koşullarını, kendi ihtiyaçlarına göre şekillendirebilir. Ve zaafalarını, alet yaparak giderir. Olmayan pençelerinin yerine ok ve mızrak, kesin dişler yerine bıçak: Aklini kullanarak. Minik şeyleri görmek istediğinde mikroskop, uzakları görmeye heveslendiğinde dürbün ve teleskop yapar. Uzağı duyamadığı için radyoyu, telefonu; görebilmek için televizyonu keşfeder. Hızlı koşamadığından otomobil, uçamadığı için uçak ve roket yapar. Bu macerasında aceleci, hırslı ve meraklıdır: Daha hızlı, daha büyük, daha küçük. Hızlı üretmek istediğinde, robot yapıp devreye sokar. Ya da hesap işlerinden sıkılınca bilgisayar... Maddenin, kendini anlamak üzere harekete geçmiş hali gibidir; akla bürünmüş... Bu niteliğiyle kendini yalnız hisseder. Zaten ait olduğu bütünün parçası olduğunu daha güçlü olarak hissedebilmenin arayışı içerisinde ve bireysel yalnızlığını kırdığında internet doğar. Tür olarak yalnızlığını kırmak istediğinde de gökadalara bakar: "Acaba orada da akıl var mı?" diye... Aşağıdaki satırlarda insanın, yaklaşık iki yüzyıllık mühendislik macerasının, tamam olmaktan uzak, fakat umulur ki ciddi yanlışlar içermeyen bir özetini bulacaksınız. Hata varsa lütfen affeder, umarım sıkılmazsınız...



INDISLIK



ELEKTRİK



Elektrik enerjisi, 20. yüzyılda yaşanan sanayileşme sürecini şekillendiren en önemli faktörlerden birisi. Enerjinin, kaynağından uzak bölgelere taşınabilmesini mümkün kılarak, üretim süreçlerinin geniş coğrafyalara yayılmasını sağladı. Motorların küçülüp hayatın her yönüne sızmış olması, keza elektrik sayesinde. Fosil yakıtlara veya hidro gibi yenilenebilir kaynaklara bağlı olarak üretilip, iletim hatları üzerinden şehirlere, dağıtım hatlarıyla da şehir içlerine ulaştırılıyor. Şebekeler birbirine bağlanıp kıtasal hale getiriliyor ve böylelikle, bölgesel üretim fazlalıklarının, yetersiz kalan alanlarda tüketilmesi olanağı sağlanıyor.

1880'lerde 220V gerilimle birkaç yüz metrelik mesafelere dağıtılabiliyen, bugün 766,000V'luk gerilim hatlarıyla yüzlerce kilometre ötelere nakledilebiliyor. Alternatif gücün kalitesi, gerilim ve frekans nitelikleri açısından yeterli. İletim kayıplarının azaltılmasına çalışılıyor. Bunun için süperiletken malzemelerden yararlanmak, şimdiden mümkün. Ancak, bilinen süperiletken malzemeler bu özelliklerini düşük sıcaklıklarda gösterdiğinden, böyle bir iletim hattının 20-30K'lere (-250, -260 °C'lere) soğutulması gerekiyor. Bu ise pahalı bir işlem. Dolayısıyla, oda sıcaklığında süperiletken olabilen, kolayca yapılıp şekillendirilebilen ye-

nileri için araştırmalar sürüyor. Uzun mesafe nakillerinde kayıpları azaltmanın bir diğer yolu, doğru akıma dönüp yüksek gerilimlere çıkmak. Bu da, Edison'un bir zamanlar yaptığı, 'alternatif akım, insanlığın başındaki en büyük bela' değerlendirmesini haklı çıkaracağına benziyor.

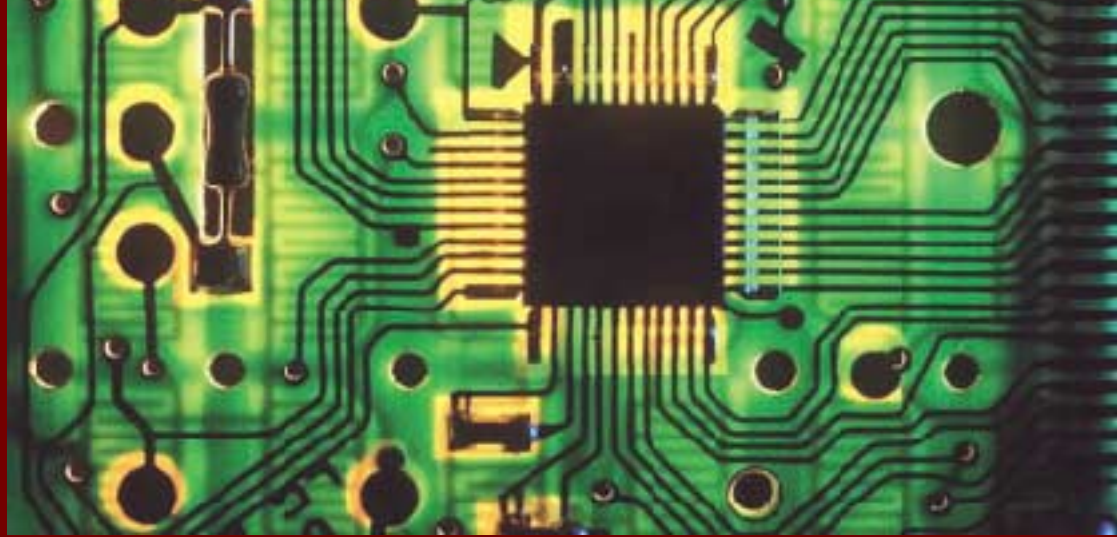
Elektriğe olan talebin gün boyunca değişken olması, zirve talebe yanıt verilebilmesi için, rezerv kapasitelerin inşasını gerektiriyor. Bu gereksinimi hafifletebilmek, elektrik enerjisinin depolanabilmesiyle mümkün. Bu amaçla, uzun ömürlü ve yüksek kapasiteli pil ve akülerin geliştirilmesine çalışılıyor. Bir diğer seçenek, yüksek düzeyde gücün depolanabilmesine imkan verecek olan süperiletken manyetik depolama sistemleri. Böyle bir sistemde alternatif akım, doğru akıma çevrildikten sonra süperiletken bir sarım üzerinde dolanmaya bırakılıyor ve ihtiyaç doğduğu anda sarımdan çekilip, tekrar alternatif akıma dönüştürülerek şebekeye veriliyor. Şebeke elekt-



riğini doğru akıma çevirip, yüksek güçlü kapasitörlerde depolamak da mümkün. Bu işlemlerin gerektirdiği yüksek gerilimlere dayanacak malzemelerin ve elektronik bileşenlerin geliştirilmesi öncelikli hedeflerden.

Öte yandan, elektrik eldesi için fosil yakıt kullanımı, çevreyi kirletiyor. Bu nedenle, yenilenebilir kaynaklara doğru yöneliş var. Güneş ve rüzgar büyük potansiyele sahip. Fotovoltaiklerle güneş enerjisini doğrudan elektrige çevirmek mümkün; ancak, şimdilik pahalı. Bu işlemi daha ucuza maledecek göze malzemelerinin ve tasarımlarının üzerinde çalışılıyor. Yarıiletken polimer çalışmaları bu açıdan umut vaadediyor. Fotovoltaikler teknolojisi ekonomik hale geldiği takdirde, binaların dış yüzeyleri polimer gözelerle kaplanarak, elektrik gereksiniminin yerinde üretimle karşılanabilmesi sağlanacak. Büyük santrallarda kirlü üretim ve yüksek gerilim hatları üzerinden iletim, tarihe karışacak. Hem de, elde edilen elektrikle suyu ayrıştırarak, güneş enerjisini hidrojene çevirip depolamak mümkün. Hidrojense, ya doğrudan enerji kaynağı olarak ya da üzerinde halen yoğun çalışmalar sürdürülen yakıt hücrelerinde tekrar elektrik eldesi için kullanılabilir. Çevreyle uyumlu bir enerji elde ve kullanım döngüsü...

ELEKTRONİK



Geçen yüzyılın başlarında keşfedilen diyot ve triyot tüpleri, önemli buluşlardı. Akım doğrultucu ve sinyal yükseltici olarak gördükleri işlevle, radyo ve televizyonu, uzun mesafe telefon görüşmelerini mümkün kılmışlardı. 1940'larda keşfedilen transistör, bu hantal ve çok enerji tüketen elemanları ortadan kaldırdı. Entegre devre teknolojisiyle artık, bu elemanlardan milyonlarcası milimetre karelik alanlara sığdırılabilir.

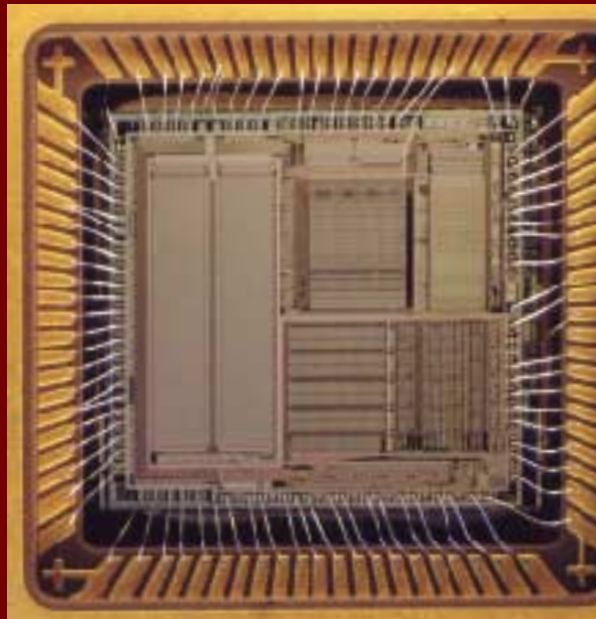
Karmakarışık bir devre tasarlamış olduğunuzu düşünün... Elinize bir plaka alıp üzerine, ışığa duyarlı bir toz üfleyin. Sonra da bu toz kaplamanın üzerine, hazırlanmış olduğunuz devrenin bir görüntüsünü düşürün. Işığın düştüğü yerlerde toz, plakaya yapışıp bir kaplama oluşturmuş, karanlık bölgelerdeyse toz halinde kalmış olsun. Plakayı kaldırıp üzerine üflediğinizde, yapışmamış tozlar uçup gidecek, tasarladığınız devrenin resmi, plaka üzerinde belircektir. Şimdi de plakanın üzerine biraz asit buharı üfleyin. Plakanın kaplanmış kısımları asite karşı korunacak, devre şemasının çizgileriyle aşınacaktır. Bu haldeki plakanın üzerine iletken bir metalin bu-

harını püskürtürseniz, yüzey bu sefer de metalle kaplanmış olur. Son olarak yüzeyi, sadece devre hatlarını oluşturan yarıklardaki metal kalana kadar sildiğiniz takdirde, tasarladığınız devre elinizdedir.

Tüm elektronik yongalar (çip), buna benzer 'litografi' yöntemleriyle silikondan üretiliyor. Üzerine direnç ve kapasitörler, silikona oksijen emdirilmek suretiyle de transistörler yerleştirilebiliyor. 1950'lerin başlarındaki el yapımı transistörler 5-45 dolara mal olurken, şimdiki mikroşemcilerin üze-

rinde bulunan ve çok daha güvenli olarak çalışanlar, bir sentin yüzbinde birinden aza maloluyor. Neredeyse bedava! Bu elemanların mimarisini, çok değişik amaçlara yönelik olarak kullanmak mümkün. Bu sayede mikroşemleci, hayatın her alanına girmiş durumda. Bilgisayarlara işlem gücü sağlıyor, telefon görüşmelerinde ses sinyalini sayılaştırıyor veya bu sinyali binlerce hat arasından yönlendiriyor. Bir roketi ya da buzdolabını yönetebiliyor. Telsiz iletişim, uydu yayımları, uçuş kontrol sistemleri, mikrodalga fırınlar; tıp alanında işitme cihazlarından, kalp atışlarının denetimine kadar, sayımlı güç uygulamaları var.

1970'li yıllarda ortaya konan ve bir işlemci'deki, birim alan başına eleman sayısının her iki yılda bir iki misline çıkacağını öngören Moore Yasası, geçerliliğini hala koruyor. Ancak boyutlar küçüldükçe, ısınma sorun haline gelirken, elemanlar arasında elektron sızmaya başlıyor. 2010 yılında, ileri bir mikroşemcinin üzerine bir milyara yakın devre elemanının yer alacağı tahmin ediliyor. Bundan daha ötesi için, 'kuantum işlemcileri' gibi yeni teknolojilere geçilmesi gerekiyor.



HAVACILIK



Wright kardeşlerden Orville'in, 30m yükseklikten 30 saniye süreyle gerçekleştirdiği 'pilotlu, itkili ilk uçuş'un üzerinden henüz bir yüzyıl bile geçmiş değil (Aslında 99 yıl geçmiş). Oysa, o tarihlerde Atlantiği buharlı bir gemiyle 4 günde geçmek lüks sayılırken, bugün bir Concorde'la 4 saatte geçmek kanıksanmış durumda.

Bir jet uçağı, normal bir seferde, yüzlerce yolcu ve kendi ağırlığına ek olarak tonlarca yükle, binlerce kilometre uçabiliyor. Oysa, bir jet motorunun içi, dünyamızda, düşünülebilecek en güç koşullu ortamlardan birisi. Çıkış gazları, türbin kanatlarından geçerken sıcaklığı 2000°C civarına yükseltiyor; kanatları dakikada binlerce devir döndürüyor. Uçak, yine de katedilen birim mesafe başına sunduğu risk açısından, demiryolundan sonra en güvenli ulaşım aracı. Bu, sektörün imalat ve bakım onarım evreleri için geliştirip rutin uygulamaya koyduğu kalite kontrol yöntemleri sayesinde mümkün olabiliyor.

Bir uçağın parçaları, kendilerine biçilen ömür dolduğunda, durumları ne olursa olsun yenilenir. Ancak, yine de bazı kritik parçalarda metal, taşıdığı ağır dinamik yük nedeniyle yorulup, elastikliğinden kaybederek plastikleşebilir. Bu, orijinal gücünden kaybetmesi anlamına gelir. Ya da metal parça içerisinde oluşan mikroskopik bir çatlak, zamanla ilerleyip, parçanın beklenenden erken kırılmasına yol açabilir. Aynı şeye, imalat sırasında bünyede kalmış olan bir küçücük bir kabarcığın etrafında oluşan gerilim yoğunlaşmaları da neden olabilir. Oysa, sistem bileşenlerinin uyumlu performans sergilemesi gerekir. Dolayısıyla, bu kritik parçalar periyodik bakımlarda, x-ışını veya ultrasonik görüntüleme yöntemleriyle incelenir. Bu açılardan daha iyi performans sergileyen malzemelerin arayışı sürüyor.

Bir uçak, havalandığı sıradaki bir iki dakika içerisinde tonlarca yakıt yakar. Dolayısıyla, yakıt tasarrufu büyük önem taşır ve uçak profiline, havaya

karşı en düşük sürtünmeye yol açacak geometriye sahip olması gerekir. Gerçi şimdiye kadar yapılmış olan tasarımlar ve edinilmiş olan deneyimler, bu profilleri ana hatlarıyla belirlemiş durumda. Ama yeni iyileştirmelere hâlâ yer var. Bu amaçla, gövde üzerindeki çıkıntıların değişik geometrik biçimleri etrafındaki hava akışının üç boyutlu modelleri inceleniyor. Akış dinamiğini betimleyen denklemler çözümlenip, incelenen geometriler arasından en düşük sürtünmeye yol açanı seçiliyor. Yepyeni bir tasarım sözkonusu olduğunda, bu işlemin gövdenin tümü için yapılması gerekiyor. Yakıt tasarrufu açısından bir diğer yaklaşım, ağırlığın azaltılması. Buysa, diğer pek çok alanda olduğu gibi, daha hafif, daha güçlü, daha dayanıklı özel malzemelerin geliştirilmesine bağlı.

Uçuşlar artık, eskiden olduğu gibi damların üzerindeki işaretlere veya ışıldaklara bakarak değil, hemen tümüyle otomatik olarak yapılıyor. Pilot, çoğu kez yalnızca, iniş ve kalkışları yönetiyor. Kalkarken uçuş kulesine uçağın kimliğini ve gideceği yeri bildiriyor. Uçağın 'küresel konumlandırma sistemi', uçuş sırasında periyodik sinyaller yayınıyor. Uydular ve yer istasyonları ağından oluşan bir 'uçuş kontrol sistemi' bu sinyali değerlendirerek, uçağın konumunu her an için belirleyip, izlemesi gereken rotaya göre onu yönetiyor. Tabii bilgisayarlar yardımıyla...





UZAY

Uzay araştırmaları, Sovyetler'in 1957 yılında futbol topu büyüklüğündeki Sputnik adlı uyduyu yörüngeye oturtmasıyla başladı. Daha çok, 'terör dengesi' unsurlarını oluşturan kıtalararası balistik füzelerin geliştirilmesine yönelik olarak sürdürüldü. Fakat ödüllerinin büyük bir kısmını da yeryüzüne yansıttı. Enerji, iletişim, malzeme, bilgisayar gibi ileri teknoloji alanlarında en büyük dürtüyü sağladı, yaşamımızı doğrudan etkileyen 60.000'den fazla ürünün geliştirilmesini sağladı.

Kuşkusuz, daha pek çoğu da yolda...

Bir kütlelin yerçekiminden ve atmosferin sürtünmesinden kurtulması için büyük miktarlarda enerji gerektiğinden, bir uzay aracının kalkış ağırlığının %99'dan fazlasını yakıt oluşturur. Bu yakıtın az yer kaplaması için sıvı veya katı olması gerekir. Sıvı yakıt genellikle hidrojenidir. Sıvı hidrojeni, atmosferik koşullara tabi bulunan kapalı hacimlerde tutmak, buharlaşma birikiminin patlamaya yol açma olasılığı nedeniyle tehlikelidir. Açık kriyojenik (soğutucu) sistemler kullanılır ve içerdeki hidrojen her taraftan buharlaşır. Ancak bu buharlaşmanın, bir patlamaya yol açacak 'sızıntı' düzeylerine ulaşmaması gerekir. Ayrıca, -252°C'deki sıvı hidrojenin, yakıt tankından yanma odasına pompalanması gerekir. Bu çok özel bir pompadır; çünkü bilinen malzemeler böylesine düşük sıcaklıklarda çok farklı davranışlar sergiler. Hidrojen, yakıt odasında, bir diğertanktan pompalanan oksijenle birleşerek, süpersıcak buhara dönüşür. Nozuldan dışarı fırlatılan buhar, roketin itici gücünü oluşturur. Birinci aşama-



nın tankları atıldıktan sonra, ikinci aşama roket, uyduyu yörüngeye oturtur. Örneğin, Wernher Von Braun'un tasarladığı aya inişi gerçekleştiren 40 tonluk kapsülü yörüngeye çıkartan ve şimdiye kadar inşa edilmiş en büyük roket olan Satürn V, 120 metre yüksekliğinde ve 3.000 ton ağırlığındadır. Kalkış sırasında saniyede 10 ton yakıt yakmış ve 1 milyon Newton'un üzerinden itki kuvveti sağlamıştır.

Yörüngedeki uydu, aslında doğrusal bir rota izlemeye çalışır. Ancak, yerçekiminin etkisiyle bir yandan da düşmekte olduğundan, rota kıvrılır.



Kıvrılan rota kendi üzerine kapanabildiği takdirde, uydu bir yörüngeye oturmuş olur. Dolayısıyla, yere ne kadar yakınsa, o kadar hızlı dönmek zorundadır. Dönüş hızı yerkürenin dönüş hızıyla aynı ise, uydu yere göre sabittir. İletişim uyduları, böyle yörüngelere oturtulur ve kapsama alanlarındaki bir istasyondan aldıkları sinyalleri, bir diğere ışınlarlar. Ayrıca, çevrelerinin fotoğraflarını çekip yeryüzüne yollarlar. Dolayısıyla; hava ve tarım ürünü tahminleri, atmosfer ve çevre araştırmaları, savunma, uçak ve diğere ulaşım

araçlarının yönlendirilmesi, telsiz iletişim gibi çeşitli hizmetler sunarlar. Cep dahil, uzun mesafe telefon görüşmelerinin sinyalleri, bu uyduların yardımıyla hedefine ulaşır.

Böyle bir yörüngedeki hız saniyede yamlaşık 1km, yani bir jet yolcu uçağının hızının 4 katı kadardır. O yükseklikte atmosfer, seyrelmiş de olsa vardır ve uydu, sürtünme sonucu hızından kaybedip yere düşme eğilimine girer. Eğer kendi yakıt stoku varsa, minik roketleri uygun açı ve sürelerle ateşlenerek tekrar yörüngeye çıkartılabilir. Ama er geç düşecektir ve yoğun atmosfere girerken, sürtünme nedeniyle 2.000°C'nin üzerine kadar ısınıp yanar. Dolayısıyla, periyodik olarak yenilenmeleri gerekir. Uzay mekiğiyse, tekrar tekrar kullanıldığından, yüzeyi özel seramik plakalarla kaplıdır. Bunlardan bazıları her girişte, yüzeyden ayrılıp düşer. Keza, yenilenmeleri gerekir.

ABD'nin 'Yıldız Savaşları Projesi'nde, bir uydu sistemini güçlü lazerlerle donatıp, düşman balistik füzelerinin imhası üzerinde çalışılıyor.

İNŞAAT VE ÇEVRE

Geçen yüzyılın başlarında, en gelişmiş kentlerin dahi çoğu mahalleleri çamur deryası içindeydi. Ancak merkezdeki varlıklı semtlerin sokakları, kesme taş veya tuğla ile kaplı olup, yer yer gazyağı lambaları veya karbon arklarıyla aydınlatılıyordu. İşçilere kiralanmış konut mahallelerinde binlerce insan yaşarken, konutların hiçbirinde tek bir küvet dahi yoktu. Ancak, belediyelerin öncülüğünü yaptığı umumi banyolarda yıkanmak mümkündü. Şebeke yerine, taşıma suyla doldurulan depolar ve pek az hanede su tesisatı vardı. Depolardaki durgun su sivrisinek yuvası olduğundan, tifo, tifüs, dizanteri ve ishal yaygındı. Her yıl, 10.000 kişiden 15'i bu hastalıklardan ölmekteydi. Şehirlerarası yollar, çiğnenmiş patikalardan ibaretti. Kısacası, manzara şimdikinden çok farklıydı.

Şimdiyse, yol yapımından önce zemin incelenip, hazırlıklar buna göre yapılıyor; zemin kaplaması için uygun malzemeler seçiliyor ya da geliştiriliyor. Yöre iklimi incelenip, ortalama yağış cins ve miktarlarına göre drenaj sistemleri döşenmek zorunda. Köprü ya da geçitlerin daha az malzemeyle daha estetik ve güvenli inşası için, daha güçlü malzemeler gerekli. Trafik yönetimi, kentlerdeki en önemli konulardan biri. Mikroişlemciler ve bilgisayarlar, bu alana da girmiş durumda: trafik yoğunluklarını izleyip sürücüleri yönlendirenler yönlendiriyor.

direcek bilgiler üretiyorlar. Sürücü psikolojisi incelenip, şehirlerarası uzun yollarda dikkatin dağılmaması için gereken görüntü önlemleri alınıyor. Kaviserde karşılaşılan merkezkaç kuvvetini dengelemek amacıyla yola, eğrilik yarıçapı doğrultusunda, enlemesine meyiller veriliyor.

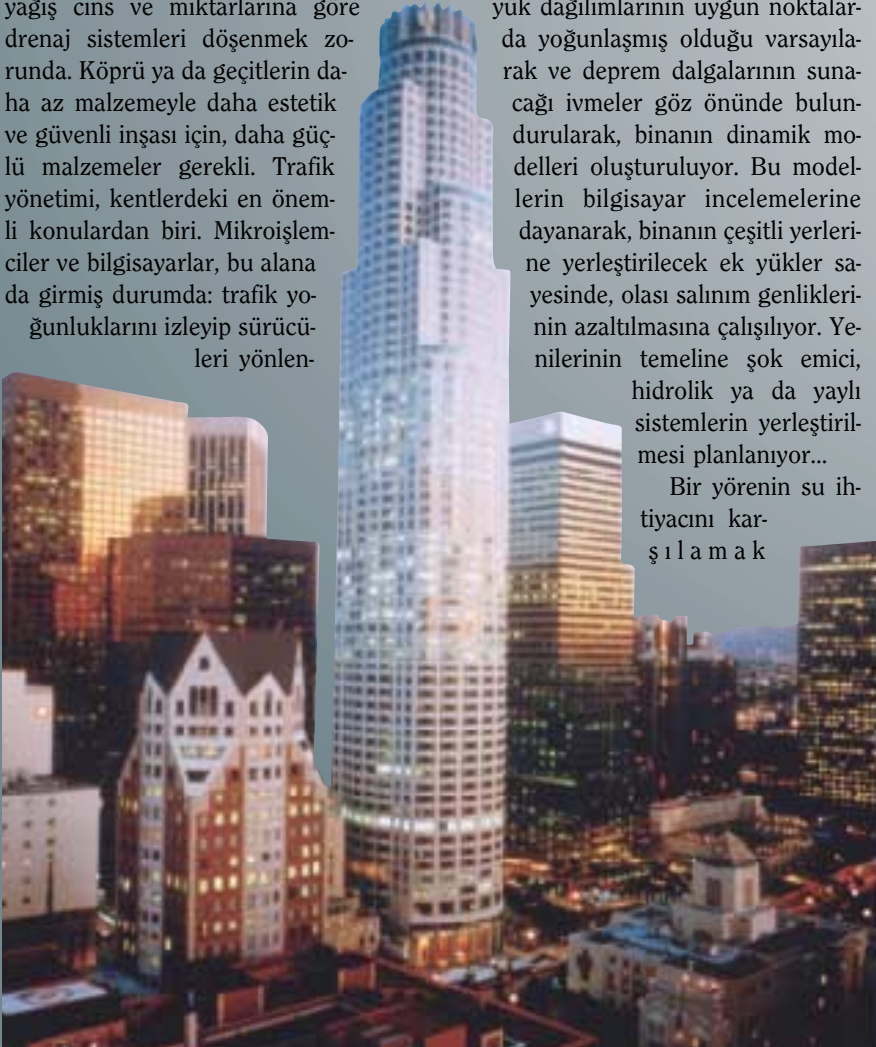
Bir binanın taşıdığı yükün %99'dan fazlası kendisine aittir. Bu 'ölü' ağırlığı azaltıp binayı daha zarif kılmak ve ya arazinin pahalı olduğu konumlarda yukarı doğru tırmandırmak, daha kaliteli malzeme ve daha duyarlı inşaat tekniklerinin geliştirilmesini gerektirir. Gökdelenlerin yaşam koşullarının doğala benzetilmesi, aydınlatılması, acil durumlarda tahliyesi, yangın olasılığına karşı yanıcı madde stokunun izin verilen limitlerin altında tutulması, disiplinler arası çalışma alanları oluşturuyor. Hele 11 Eylül saldırılarından sonra bu unsurlar daha büyük önem kazanmış durumda. Öte yandan, bu binaların depreme karşı dayanıklılığının sağlanması da gerekiyor. Bu amaçla, yük dağılımlarının uygun noktalarda yoğunlaşmış olduğu varsayılarak ve deprem dalgalarının sunacağı ivmeler göz önünde bulundurularak, binanın dinamik modelleri oluşturuluyor. Bu modellerin bilgisayar incelemelerine dayanarak, binanın çeşitli yerlerine yerleştirilecek ek yükler sayesinde, olası salınım genliklerinin azaltılmasına çalışılıyor. Yenilerinin temeline şok emici, hidrolik ya da yaylı sistemlerin yerleştirilmesi planlanıyor...

Bir yörenin su ihtiyacını karşılamak

için; o bölgeye düşen yağışı yakalayıp baraj arkasında veya göllerde toplamak, gerekiyorsa ve varsa yeraltı kaynaklarıyla güçlendirmek, bu da yetmezse, bol yağış alan bölgelerden kanallarla taşıyıp getirmek; bu suyu işlemden geçirdikten sonra, şebekeye verip hanelere ve fabrikalara pompalamak; son olarak da, bu kullanıcıların atık sularını arıtmak gerekiyor. Bunlar yapılmalı ki, döngü, çevreye net bir olumsuzluk bırakmaksızın tamamlansın. Geçen yüzyılın başlarında, fabrikalarınki dahil tüm atıksular, akarsulara verilir. Bu, biraz da, akan suyun kendi kendini temizleyebildiği inancıyla yapılır. İçme suyu da, hiçbir işlem görmediğinden, bulaşıcı hastalıklar yaygındı. Milyonlarca insanın bir arada yaşadığı binlerce kentte, 1900'lerde ortaya çıkan tek bir uygulama, bu hastalıkların kökünü kazıdı: Şebeke suyunun klorlanması.

Şimdiyse, klorun yeterince etkili olmadığı mikroorganizma türleri için; morötesi ışınım ozon, klorindoksit gibi alternatif dezenfeksiyon yöntemlerine uygulama alanları geliştiriliyor. Ayrıca, su sistemlerine karışmaya başlamış olan inorganik maddeleri süzebilme için; karbon emiciliği, iletkenlikte topaklaştırma, zar filtrelemesi gibi yöntemler kullanılıyor. Sudaki nitrojen, fosfor, ağır metal derişimlerini azaltan, bulanıklığı ve kötü kokuları gideren mikroorganizma türleri kullanılıyor, genetik yöntemlerle yenilerinin geliştirilmesine çalışılıyor.

Hedef, sanayi atıksularının artıldıktan sonra içilebilir hale gelmesi. Çünkü su, giderek kıtlaşan, yaşamsal bir kaynak. Dünya Bankası'nın tahminlerine göre, halen dünya nüfusunun 6'da biri, yani 1 milyar insan, yeterli su kaynağına sahip değil. Sahip olanların bir kısmının, ya kesintili ya da sağlıklı değil. Her yıl milyonlarca insan, sağlıklı su kullanımı nedeniyle ölüyor. Öte yandan, dünyadaki kara yüzölçümünün halen %40'ını oluşturan çöl alanları genişleme eğiliminde. Bu eğilimin devam etmesi; tarım alanlarının kaybı, ekonomik etkinliklerin azalması ve kitlesel göç anlamına geliyor. Yapılacak çok şey var...

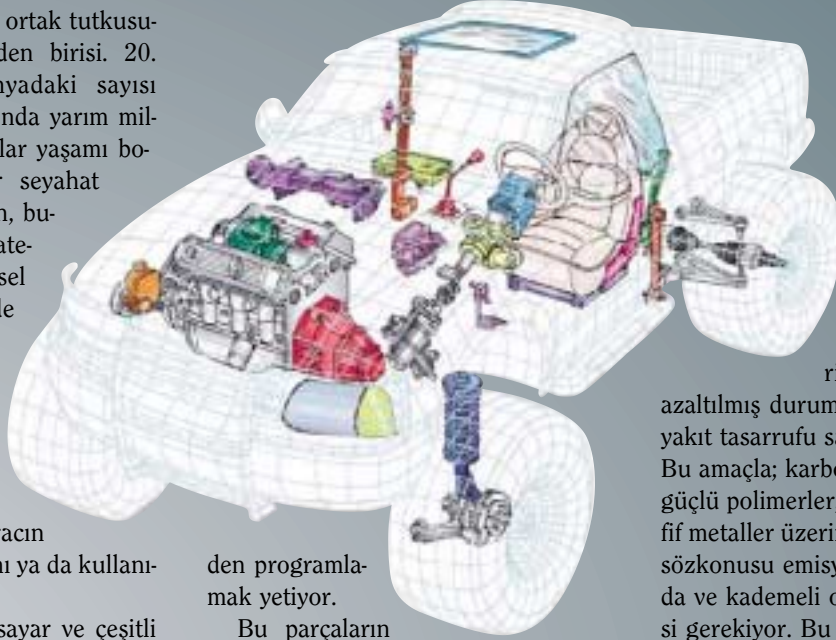


OTOMOTİV

Otomobil, insanlığın ortak tutkusunu oluşturan ürünlerden birisi. 20. yüzyılın başında dünyadaki sayısı 10,000 kadarken, sonunda yarım milyara ulaşmış. O zamanlar yaşamı boyunca 1.000km kadar seyahat eden ortalama bir insan, bugün yılda 10.000km katedebiliyor. Sadece bireysel değil, toplumsal düzeyde de bağımlılık yaratan bir araç: Gelişmiş ekonomilerdeki toptan ticaretin beşte, perakendenin dörtte birinden sorumlu ve her altı firmadan birisi, bu aracın üretimi, dağıtımını, bakımı ya da kullanımıyla ilgili.

Yeni modeller, bilgisayar ve çeşitli sensörlerle donatılmış vaziyette. Dış koşullar irdelenip içerideki havanın nem ve sıcaklığı ayarlanıyor, yol durumu hakkında bilgi veriliyor, motorun çalışma koşulları ve egzoz çıkışının gaz bileşimi izlenip şoför uyarılıyor. Kompakt disk, buzdolabı, televizyon ve çeşitli güvenlik sistemlerine ek olarak bazılarında küresel konum belirleyici (GPS) sinyal kaynağı bile var. Sürücünün dahi farkında olmadığı bir arızanın belirlenmesi halinde, servis ağı, otomobilin nerede olduğunu belirleyip, en yakın servis elamanlarını müdahale için gönderiyor.

Kısacası, geçen yüzyılın başında 100 kadar olan parça sayısı, bugün 14,000 civarında. Bunca parçanın üretimi, stoklaması ve bir araya getirilmesi, çok değişik biçimlerde yapılabildiğinden, en verimli sürecin belirlenip uygulanması, ayrıntılı iş planlaması gerektiriyor. Öte yandan, bu parçalardan, aynı model için üretilmiş olan benzerlerinin hepsi, birbirlerinin yerini alabilir durumda. 'Hazır yedek parça' kavramının mümkün olabilmesi için gerekli bu durum, mikron düzeyinde hassas üretim teknikleriyle mümkün olabiliyor. Dolayısıyla, sektör aynı zamanda en yüksek düzeyde otomasyonu gerçekleştirmiş olanı. O kadar ki, yeni bir modele geçmek için, üretim zinciri üzerinde çalışan robotları yeni-



den programlamak yetiyor.

Bu parçaların ömürleri, birbirinden farklı olduğundan, tutarlı sayılarla üretilip stoklanmaları gerekiyor. Bu yüzden, çeşitli firmalar değişik bileşenleri üzerinde uzmanlaşmış halde. O kadar ki, otomobil üretimi artık, bir montaj işine dönüşmüş gibi. Yeni bir model tasarımı yapıldığında, üretici, gerek duyduğu parçalar için, özellik, sayı ve teslim tarihi belirterek, İnternet'te ihale açıyor. Kazanan yedek parça firmasının, bu siparişi kendi sistemine sunması yeterli. Sistem, kendine bağlı robotları, eldeki iş bittiğinde yeni üretime geçecek şekilde programlıyor. Bu alanlarda sorun yok: Ekmek elden su gölden...

Sektördeki en yoğun arayışlar, emisyon düzeylerinin aşağıya çekilmesine yönelik. Çünkü, dünya yollarındaki yarım milyar adet otomobil, yılda



bir o kadar ton benzin tüketiyor. Nitrik oksitler, karbon monoksit ve dioksit gibi, zehirli olan veya sera etkisine yol açan gazlar salıyor. Gerçi katalitik dönüştürücü ve elektronik enjeksiyon sistemleriyle, bu emisyonlar

azaltılmış durumda. Ağırlığı azaltarak yakıt tasarrufu sağlamak da mümkün. Bu amaçla; karbon elyafı malzemeler, güçlü polimerler, köpük ya da özel hafif metaller üzerinde çalışılıyor. Ancak, sözkonusu emisyonların, filolar bazında ve kademeli olarak sifıra indirilmesi gerekiyor. Bu da, radikal bir teknoloji değişikliğini gerektiriyor. Umut verici tasarımlardan birisi, elektrikli otomobil. Görece pahalı olmakla birlikte, halen mevcut bir teknoloji. Fakat akülerin şarj süreleri uzun, boşalma süreleri kısa. Kullanışlılık açısından, benzinli-akülü 'hibrid' modeller, geçiş dönemi için daha güçlü bir aday. Bu modeller, kentlerarası uzun mesafe kullanımlarında benzin, yoğun yerleşim merkezlerindeki düşük hızlarda elektrik kullanıyor. Fren yaparken enerji kaybetmeyip, aküyü şarjedebiliyor. Hidrojen yakıtlı otomobiller, bir diğer seçenek. Ancak, hidrojen normal şartlar altında patlayıcı bir gaz olduğu için, güvenli olarak depolanması ve nakli bir sorun. Sıvılaştırılması içinse -252 °C'ye kadar soğutulması lazım. Dolayısıyla, gaz halindeyken, örneğin karbon nanoyapılarına emdirilerek depolanması, sonra geri çekilmesi üzerinde çalışılıyor. Hidrojeni, yakıt hücresel otomobillerde kullanmak da mümkün. Ancak, şimdilik pahalı. Hidrojenin eldesi de tartışmalı. Çünkü halen, hampetrolün ısı parçalanmasıyla elde edilebiliyor ve bu zaten kirli bir işlem. Temiz hidrojen, suyun, güneş enerjisinden elde edilen elektrikle ayrıştırılmasında yatıyor. Bu da, fotovoltajların ekonomik hale gelmesini bekliyor. Sonra da yakıt hücrelerinin...



BİLGİSAYAR

Çok sayıda eleman çalıştıran bir muhasebe şirketinin sahibi olduğunuzu düşünün. Personelinizi sıkı çalışıyor ve normal bir insan gibi, birer basamaklı iki sayıyı, saniyenin onda biri sürede topluyor olsun. Ansızın kapıdan içeri, elinde kutuyla birisi girse ve "bu kutuda bir aygıt var ve saniyede bu işlemlerden 1 milyon tane yapıyor" deyip, "kaç para verirsiniz?" diye sorsa?... Bu inanılması güç iddia eğer doğruysa, kutudaki aygıt hesap gücü bakımından, 100.000'den fazla muhasebeciye eşdeğer olurdu. Ücretlerin çok düşük ve yılda 1000 dolar, anlamlı bir amortisman süresinin de 1 yıl olduğu varsayılacak olursa; aygıt için ödenebilecek en yüksek fiyat: 100 milyon dolar...

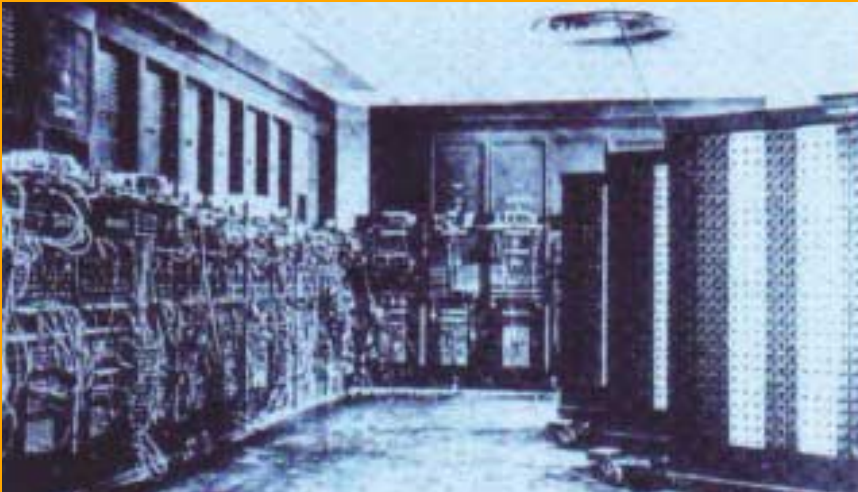
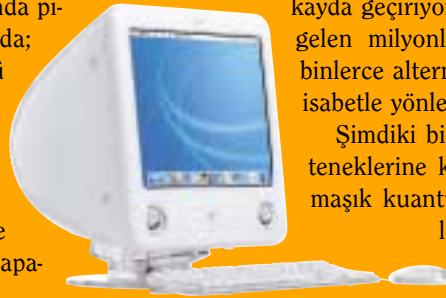
1945 yılında Alan Turing, komut ve

verileri depolayıp, ondan sonra aritmetik işlem yapma, veri veya görüntü işleme, satranç oynama gibi çok farklı işlevler üzerinde çalışabilecek 'evrensel makina'nın ilkelerini yayınladı. Zamanın ileri gelen akademik çevrelerinde dahi ciddi kuşkuyla karşılanan bu fikir, Ann Wang'ın 'manyetik çekirdek hafıza'yı keşfiyle birlikte, 10 yıldan az bir süre içerisinde gerçekleşti. İlk ticari bilgisayar olan ENIAC, 1950'lerin ortalarında piyasaya çıktığında; 18.000 vakum tüpü içeriyor, 50 kW güç tüketiyor, 30 ton ağırlığıyla birkaç odayı kaplıyor, ancak saniyede 50 çarpma işlemi yapı-

biliyordu. Fiyatı 200.000 dolardı. Oysa bugün, 1 gigahertz işlemcili bir masa üstü takımını 1500 dolara almak mümkün. Fiyatı yaptığı işe göre o kadar düşük ki, egemen sosyal koşullara bakmaksızın tüm coğrafyalara sızmış, dünyamızın manzarasını son yirmi yıl içerisinde radikal biçimde değiştirmiş bulunuyor. Nereye gitsek karşımızda: Biri kendisine bağlı yüzlerce bankamatikten yapılan işlemleri onaylayıp kayda geçiriyor, diğeri, her saniye gelen milyonlarca bilgi paketini binlerce alternatif kanal arasında isabetle yönlendiriyor.

Şimdiki bilgisayarlar onca yeteneklerine karşın örneğin, karmaşık kuantum mekaniği denklemlerinin çözümünde, yeterince hızlı ve etkili

olamıyor. Bu tür problemleri ayrı ayrı yürütülebilecek iş parçalarına ayırıp, parçalar üzerinde birden fazla mikroişlemci aracılığıyla eşzamanlı olarak çalışan, 'paralel dizi işlemcileri'nin geliştirilmesine çalışılıyor. Tüm insan etkinliklerinin ortak paydaları araştırılıyor ve bu ilkelere dayalı, aynı etkinlik düzeyini çok daha geniş uygulama alanlarında gösterebilecek sistemler hedefleniyor. İnsanın düşünce ve beyindeki sinir ağlarının çalışma süreçleri incelenerek, bilgisayarlara 'yapay zekâ' kazandırılmasına çalışılıyor. Kuantum bilgisayarlarıysa yolda...





İNTERNET

İnternet, doğumunu Sovyetler'in Sputnik'i yörüngeye oturtmasından sonra yoğunlaşan soğuk savaş sürecine borçlu. İk elde küçümsenmesine çalışılan bu beklenmedik teknoloji kayması, Başkan Eisenhower'ı 50'li yılların başlarında, bir 'İleri Araştırma Projeleri Yönetimi' oluşturmaya sevketti. 60'lı yıllara gelindiğinde ARPA, araştırma laboratuvarlarındaki ve üniversitelerdeki bilgisayarların kendi aralarında, merkezi bir sistemin yardımı olmaksızın haberleşebilmesini öngören bir proje geliştirdi. Düşünce olağanüstüydü ve zamanla, çok değişik alanlarda beklenmedik meyveler verdi. Proje, IBM'in o sıralarda tasarılanan 360 Serisi'yle başlattığı 'tek tip makine' yönelişi hakimiyet kazandıkça mümkün hale geldi. Bundan sonrası, artık yazılım sorunuydu. Verileri paketleyip yönlendirme kavramı, bu amaçla geliştirildi ve daha sonra tüm iletişim teknolojilerine egemen oldu. İlgili bağlantı ekipmanı, gerekli yazılımlar, veri alışveriş protokolleri peşinden geldi. Ağa bağlı bilgisayarlar birbirleriyle, bağlantı istasyonları kanalıyla haberleşebiliyordu. Ortaklaşa kullanılmasına gereksinim duyulan bilgi miktarı arttıkça, bunların bağlantı istasyonlarında depolanıp katılımcıların hizmetine sunulması fikri

gelişti. Minnesota Üniversitesi, 1991 yılında, başarıyla çalışan ilk 'belge indirme' yazılımını (Gopher) geliştirdi. Ancak bu olanaktan yararlanabilmek için, aranan bilgi veya belgenin hangi istasyonda olduğunu önceden bilmek gerekiyordu. Aradan iki yıl geçmeden, İllinois Üniversitesi'nden bir grup genç lisansüstü öğrenci, 'Mosaic' adını verdikleri bir 'arama aracı' geliştirip ücretsiz dağıtmaya başladı. Netscape ve Microsoft, site oluşturma teknikleri ve HTML dilleri, ardından geldi. Sonuç, o gizli projeyi onaylayan Eisonho-

wer'ın aklının ucundan bile geçemedi: 65 ülkeyi ve bu ülkelerdeki yüzbinlerce bilgisayarı; optik lifler, iletişim uyduları ve telefon hatlarıyla birbirine bağlayan bir 'dünya kapsamlı ağ.' Sahibi yok...

İnternet kanalıyla, bilindiği gibi; banka işlemleri veya alışveriş yapmak, bir lokanta veya uçakta yer ayırtmak, mutfak siparişi verip akşam iş dönüşünde kapıda bulmak mümkün. Ancak, çok daha önemlisi; dünyanın her tarafındaki, binlerce veri tabanına veya bilgisayar programına, üniversiteye, yüzlerce milyon kitap, dergi veya gazeteye, habere, istenen dilde ulaşılabilmesi. İlgili duyulan herhangi bir konuyu, en iyi bilenlerden öğrenmek ve daha iyi öğretmek mümkün. Eğitim sistemi ciddi değişikliklere uğrayacağına benziyor. Kısım, eskinin o, 'bilgeden özel ders'e dayalı lüks burjuva eğitime geri dönecek gibi.

Bir de şu var tabii: İnternet sayesinde insanlığın kolektif hafızasını oluşturan her türlü bilgiye ulaşabilen birey, evrendeki nazik konumunu daha iyi belirleyebilecek. Katılım arttıkça, o kolektif hafıza, bilim ve tekniğin işaretlediği doğrular lehine ayıklanıp, daha hızlı büyütülecek.

Hepimize hayırlı olsun...





BIYOTIP

Hani şu ara sıra duyduğumuz, “eskiden hayat ne güzeldi; sağlıklı ve uzun” değerlendirmesinin, eskiye, bilene duyulan özlemden kaynaklandığı kesin. Çünkü insan nesli bugün, geçen yüzyılın başındakinden ortalama 30 yıl daha fazla yaşıyor. Bu durum, geçen yüzyılın ikinci yarısında, insan vücuduna bir bütün, elektrokimyasal ve mekanik bir sistem olarak bakılmaya başlanması ve tıp biliminin, çeşitli mühendislik dallarıyla bütünleşip, olması gerektiği gibi bir “disiplinlerarası” durum mümkün oldu. Sağlık teknolojileri, gelişmek bir yana, adeta yeni doğdu.

Tanı, teşhis ve tedavi alanında, artık sayılması güç çoklukta teknikler kullanılıyor. NMR'a ilave olarak, CAT, PET yöntemleri var ve her yıl ortaya DAT, DUT yenileri çıkıyor. (Pardon burada bir yanlışlık oldu, son ikisi henüz yok. Genel Yayın Yönetmenimden özür diliyorum ve yeniden başlıyorum...)

İnsan vücudunun iki boyutlu görüntüleri; x ışınlarına dayanarak, nükleer manyetik rezonans ışınımına (NMR), pozitron emisyonlarına veya bazı organlarda tercihli olarak biriken çeşitli radyoaktif çekirdeklerin ışınımına bakılarak elde ediliyor. Üç boyutlu görüntüler, bilgisayar destekli tomografi (CAT) ve ultrason teknikleriyle oluşturuluyor. Fiber optik teknolojisine dayalı endoskopi araçları, iç organların iç yapısını görüntüleyebiliyor. Tüm bu görüntüler sayesinde, vücuttaki olağandışlıkları belirleyip, gereken ameliyatları daha büyük isabetle gerçekleştirmek mümkün oluyor.

Hastanın günlük yaşamı veya ameliyatı sırasında işlevlerini aksatan organlara destek olan, hiç yapamayanların yerini alan araçlar var. Örneğin 'ventriküler yardımcı' cihaz, geçici olarak durmuş olan bir kalbin, kanı

vücuda pompalamasına ve bu arada sağlığına geri kavuşmasına yardımcı oluyor. Ya da bir kalp-akciğer makinesi, bu organların ameliyatı sırasında, kalpten aldığı kanı oksijenleyip vücuda geri pompalıyor. Öte yandan, kanın sıcaklığını düzenleyen bir ısı değiştirici, vücut sıcaklığını dengede tutuyor. Karaciğer nakli sırasında, karmaşık bir rafineriye benzeyen bir başka makine, bu organın bazı işlevlerini, kısmen de olsa üstlenebiliyor. Böbrek 'dializ' makinaları, pompalama-filtreleme düzenekleri içeren tüp sarmallarından oluşuyor ve böbrekleri artık çalışmayan 55.000 insanın, nakil beklerken normale yakın bir biçimde yaşayabilmesini mümkün kılıyor. Ritm düzenleyicileri, kalp atışlarındaki, gözün içine yerleştirilen mercekler, görüş bozukluklarını düzeltiyor. Destek araçları yeterli olmadığı takdirde de, işlevini tümüyle yitirmiş organlar değiştiriliyor...

Farklı şekillerde tasarlanmış yapay kalpler var. Daha küçük ve güvenli modellerinin geliştirilmesine çalışılıyor. Hasar görmüş kalp kapakçıklarının ve damarların yapaylarıyla değiştirilmesi, sıradan bir ameliyat haline geldi. Başta ortopedi alanında olmak üzere, pek çok insana yapay uzuv takılıyor. En iyi uyumu sağlayacak yapay uzuvlar, bilgisayar destekli tasarım ve üretim yöntemleriyle, kullanıcıya özel olarak imal edilebiliyor. Hasarlı uzvun geometrisi; etrafında dönerek veri toplayan optik şekil algılayıcılarıyla ya da lazer sensörleriyle, alçıyla alınan kalıpların iç görüntülerinin sayısal oluşturulmasıyla belirleniyor. Bu uzuvların, estetik görünüm ve taşıyıcılık desteği sağlamanın yanında, örneğin, kas gerilmelerini benzetimleyen özel malzeme uygulamalarıyla, asıl işlevlerini gö-

rebilecek hale getirilmesine çalışılıyor.

Dünyada her yıl, 200.000 kalbe ritm düzenleyici, 100.000 kalbe yapay kapakçık, 1 milyon insana ortopedik araç ve 5 milyonuna göziçi merceği takılıyor. Bunların hemen hiçbiri, özel 'biyomalzemeler' olmaksızın başarılamazdı. Sentetik ve biyolojik polimerler, vityum gibi vücut tepkilerine yol açmayan metaller veya seramikler; dikey malzemelerinden, yapay kalplere ve kapakçıklara, protezlere ve göz merceklerine kadar tüm uygulamalarda devreye giriyor. Vücuda yerleştirilen, kalp düzenleyicileri gibi kalıcı elektronik ekipmanın, silikon kaplı olması gerekiyor. Yapay damarlardaki akrilik örgü, kanın çabuk pıhtılaşmasını önüyor.

Öte yandan, ameliyat salonlarında en son teknolojilerin uygulamaları yaygın olarak kullanılıyor. 1950'li yıllarda ortaya çıkan ve 1960'larda göz ameliyatlarında kullanılmaya başlanan lazer, beyin ameliyatlarında kullanılıyor. Komşu dokulara daha az zarar vermek üzere seçilen dalgaboylarındaki ışınlarla, tümörlü dokunun yakılması sağlanıyor. Ya da ışının yolu üzerinde yaratacağı hasarı en aza indirmek için, tek bir güçlü ışın yerine, değişik açı ve doğrultulardan gelip tümör üzerinde odaklanan çok sayıda daha zayıf ışın kullanılıyor. Bütün bunları yapan aletler ve makineler var. Bir de, yapılması gerekenleri önceden planlayıp ilgili aygıt ve makineleri yöneten uzman bilgisayarlar, programlar. Hemen hepsi, mikroişlemci sayesinde mümkün olmuş veya küçülmüş...

Lazer ışınları ayrıca, ameliyat bıçağının yerini, neredeyse almış durumda. Organ nakli ameliyatlarında damar ve sinirlerin, mikroskop altında ve kaynak yoluyla dikilmesinde kullanılıyor. Yoğun bakım birimleri, birer teknoloji kompleksi oluşturuyor: Beyin dalgalarının frekansını ve genliğini, kanın basıncını ve rengini, oksijen düzeylerini, vücut sıcaklığını ölçen sensörlerle dolu olan ve gerektiğinde uyarılarda bulunan. 'Kriyojenik' cerrahi... Sıvı nitrojenle yapılan...

Mühendislerin hayatla buluştukları, tüm dünyada 35.000'den fazlasının da hayat bulduğu alan bu. Gerçi gen mühendisliği hariç. Ama orada daha büyük ümitler yatıyor. Örneğin klonlama yoluyla organ eldesinde...

GÖRÜNTÜLEME

İnsan, çevresini ve mikrodünyayı, Lowen-hoek'un kullandığı ilk cam damlasından beri hep renkli olarak algıladı. Fakat bu görüntü algılarını kayda geçirebilmesi ancak, 1920'lerde, fotoğraf filminin keşfiyle mümkün oldu. O da siyah beyaz. Bu kaydın renkli hale getirilebilmesi için, bir yüzyıldan fazla zaman geçmesi gerekti. Bu arada, Konrad Roentgen tarafından x ışınları keşfedilmişti. Yumuşak dokulara kolayca nüfuz edebilen, ancak kemik ya da ur gibi sert dokularda bolca emilen bu ışınlar sayesinde, insan vücudu dahil, çeşitli nesnelere iç yapılarını görüntülemek mümkün oldu. Tıpta hâlâ, vazgeçilmez bir teşhis aracı.

Daha sonra, kristal büyütme ve malzeme işleme tekniklerinin gelişmesiyle birlikte camı, ışığın kalitesini bozan safsızlıklardan arındırmak mümkün oldu. Birbirlerinin hatalarını düzelten mercek dizileriyle, görüntüyü binlerce kez ve net bir şekilde büyüten mikroskoplar geliştirildi. 'Üst düzeyde entegre devre' şemalarının küçültülerek ışığa duyarlı malzemeler üzerine düşürülmesi, mikroyongaların (mikroçip) üretilmesi, bu araçlar sayesinde mümkün oldu.



Ancak, görme ve görüntü üretme, nesnelere yansıyan ışınların işlenmesine bağlı olduğundan, çözünürlüğün artırılarak daha küçük ölçeklere inilebilmesi için, görünür ışıklardan çok daha kısa dalgalı boylarına inilmesi gerekti. Kuantum mekaniğinin sırları çözüldükçe, dikkatler elektronun düşük enerjilerde sergilediği dalga davranışına

odaklandı. Sonuç olarak, görüntüyü oluşturmak için, foton yerine elektronları kullanan elektron mikroskobu geliştirildi. Bu mikroskoplarla moleküler yapıları, 1 milyon kez büyütülerek görüntüleyebilmek mümkün oluyor. Ancak, atom ölçeğine inebilmek için, elektronlar bile fazla büyük birer 'yoklama aracı' oluşturuyor. Görüntü oluşturmak için elektronların doğrudan kendilerini kullanmak yerine, atomların kuantum mekaniksel durumları arasında uyardıkları geçişlerden kaynaklanan x-ışınlarını kullanan 'x-ışını kristalografisi,' atom ölçeğinde görüntülemeyi mümkün kılıyor. Nitekim, DNA'nın moleküler yapısı ilk kez bu yöntemle görüntülenmeye başlandı. Bu görüntüleme teknikleri sayesinde, atomlarla tek tek uğraşmak ve nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğinde yapılar inşa etmek mümkün oluyor. Mühendisliğin şimdiki kadar büyük ölçekte geliştirdiği motor ve motorlu araçların nano benzerlerinin yapılmasına çalışılıyor. Ya da endoskopi tekniklerinde bir optik lifin ucundaki minyatür görüntüleme cihazı, içine sarkıtıldığı kalp ya da mide gibi bir organın canlı iç görüntülerini üretiyor.

Görüntü oluşturmak için, maddenin her türlü ışımaya özelliğinden yararlanılıyor. Örneğin, nükleer manyetik rezonans tekniğiyle (NMR), hidrojen atomunun iki spin durumu arasında, dışarıdan gönderilen elektromanyetik dalgaların uyardığı geçişlerden kaynaklanan ışımaya yakalanıp, hidrojenin, dolayısıyla suyun, vücuttaki dağılımı belirlenebiliyor. Böylelikle, farklı yoğunlukta su içeren değişik dokuların, düzlemsel görüntüleri elde edilmiş oluyor. Bu düzlemsel görüntülerin, ardarda getirilip kaynaştırılmasıyla üç boyutlu görüntüleri inşa ediliyor. Bütün bu ara işlemlerde mikroişlemci, tabii ki vazgeçilmez bir araç oluyor; bilgisayarlı tomografi (CAT) doğuyor...

Bedenin İçinden Kozmosa

Metaller ve opak malzemeler gibi yoğun soğurucu ortamlarda ışık, görüntüleme açısından sonuç vermiyor. Oysa bunun için ille de, görmemizi sağlayan fotonları kullanmak gerekmiyor. Süreç ne de olsa bir 'dalgaları yansıtıp yakalama' olayına dayandığına göre, elektromanyetik dalgalar yerine ses dalgalarını kullanmak ve bunları daha sonra, görüntü eldesi için ışığa çevirmek mümkün. I. Dünya Savaşı sırasında denizaltıları ve su altındaki buzları belirlemek için geliştirilmiş olan sonar tekniği bugün, sesin çok daha kısa boylu dalgalarını kullanan 'ultrason' tekniğine yol açmış durumda. Bu teknik sayesinde, metal ya da başka opak malzemeden imal edilmiş parça ve cisimlerin iç yapılarındaki kusurlar belirleniyor. Vücudun iç yapısının, keza mikroişlemci görüntü işleme tekniklerinin de yardımıyla, üç boyutlu görüntüleri elde ediliyor. Bu ve endoskopi, tıpta teşhis için ameliyat gereğini ortadan kaldıran bir diğer araç. Öte yandan, örneğin üretim parçalarının iç yapılarına bakıp, yüzeyin derinliklerindeki olası kusurları sergileyen ultrason mikroskopları var. Keza, ultrason tekniği, okyanus dipleri dahil, yerkabuğunun çok boyutlu görüntülerini üretip, ayrıntılı yapısının anlaşılmasına yardımcı oluyor.

İnsanın görüntü açısından ilgi alanı, tabii ki sadece mikroyapılar değil. Bu sayısal görüntü işleme teknikleri, teleskoplara da bulaşmış durumda. İnsan gözünden çok daha farklı frekanslara duyarlı olabilen ve 10 milyar kat daha fazla foton yakalayabilen dev parabolik antenler, odaklarında teker teker topladıkları fotonlarla, gökyüzünün görüntülerini oluşturuyor. Bu amaçla teleskop dizileri, ortaklaşa çalıştırılabilir. Farklı konumlarda



çalışan teleskoplardan elde edilen görüntüler uyumlu hale getirilerek, gökyüzünün daha sağlıklı ve ayrıntılı, üç boyutlu görüntüleri oluşturulabiliyor. Radyo ya da kızılötesi frekanslardan, morötesi ve x-ışını frekanslarına kadar duyarlı olabilen teleskoplar, belli nesnelere yayınladığı frekanslara odaklanmak suretiyle, bu nesnelere net görüntülerini yakalayabiliyor. Bu sayede evrendeki galaksilerin, yıldız patlamalarından karanlık maddeye kadar çeşitli olgu ve nesnelere, civar etkilerden arındırılmış yalın görüntüleri üretilebiliyor. Ve atmosferin, bu açıdan olumsuz etkilerinden kurtulabilmek için, bu teleskopları yörüngeye oturtmak gerekiyor. Hubble, Chandra, Newton XMM teleskopları bunlardan bazıları. Dünyanın sadece yakın dışındaki değil, güneş sisteminde daha uzak yörüngelere oturtulması planlananlar da var.

HABERLEŞME

Eğer retinamız elektromanyetik spektrumun, algılayabildiği dar aralığını değil de tümünü algılayabilir olsaydı, hayat herhalde çekilmez olurdu. Çünkü etrafımıza baktığımızda; çeşitli yönlerde koşuşturup duran ve bazıları kesişip birbirinin içinden geçtikten sonra ayrılan, kimi yerlerden yansıtılıp başka yönlere sapan dünya kadar ışın görürdük. Bu farklı frekanslarda ve fakat hepsi de ışık hızıyla koşuşturup duran ışınlar; bir telefon görüşmesini oluşturan seslerin, televizyon yayını görüntülerinin veya seyrüsefer bilgilerinin, elektromanyetik dalgalar üzerinde şifrelenmiş olan veri paketlerini oluşturmakta. Eğer dikkat edebilsaydık farkederdik ki; farklı frekanslardaki sinyaller farklı amaçlara hizmet ediyorlar. Yani frekans spektrumu, bu değişik hizmetler arasında paylaşılmış bulunuyor.

Evimizdeki sabit telefonun ahizesini kaldırıp bir numara tuşladığımızda, bu numara önce ikili sisteme çevrilir. Çünkü, bilgisayara dayalı sayısal teknolojilerde her şey ikili sistemdedir. Aradığımız numaranın bu şifresi, telefon hattımız üzerinden en yakın bölge santralına iletilir. Santral, şifrenin alan kodu kısmını anlamlandırır ve önündeki hatlardan en uygununu seçip şifreyi o hatta yönlendirir. Şifre, aradığımız kişinin bağlı olduğu santrale ulaştığında, o santral, bu kez numaranın kendisini anlamlandırıp şifreyi, ara elemanların da yardımıyla, aranan kişinin telefonuna ulaştırır. Karşı tarafın telefonu çalmaya başlamıştır. Konuşmaya başladığımızda, frekans ve genlik değişimleri sergileyen basınç dalgalarından oluşan sesimiz, ahizedeki bir diyafram yardımıyla elektrik sinyaline dönüştürülür. Bu elektrik sinyali, ses dalgalarımızın grafiğine benzer bir şekle sahiptir. Bu yüzden, 'analog' sinyal olduğu söylenir. Telefon kasasındaki bir mikro işlemci, analog sinyalin genlik ve frekansını, periyodik aralıklarla ölçüp sayılara döker: Şeklini şifreler ki, ses karşı tarafta yeniden inşa edilebilsin. Bu sayısal veriler, belli uzunlukta paketlere

ayrılır ve her paketin önüne, aranmış olan telefonun numarasına ilave olarak, yolculuğu kolaylaştıracak bazı bilgiler yerleştirilir. Bu paketler, yine santraller aracılığıyla hedefe yönlendirilir ve karşı ahizeye vardıklarında, keza bir mikro işlemci tarafından, sesimiz yeniden inşa edilir. Tabii, başlangıçtaki analog sinyali doğrudan karşı tarafa iletip sese çevirmek de mümkündür. Telefon geçen yüzyılın başlarında keşfedildiğinde, bu yöntem kullanılıyordu. Dolayısıyla iki kişinin görüşme yaptığı bir hat, başkaları tarafından kullanılamıyordu. Öte yandan, santrale ulaşan bağlantı talepleri bir insan tarafından da karşılanabilir. Nitekim, geçen yüzyılın ortalarına kadar böyle yapılıyor ve bir operatör, hatlarda tıkanıklık yoksa eğer, dakikada bir bağlantı yapılabiliyor. Şimdiyse durum farklı...

Modern bir sayısal santral, yüzbin operatörün işlevini üstlenebilir, dakikada yüz bin görüşme talebini yönlendirebiliyor. İki büyük şehir arasında aynı anda görüşme yapan binlerce taraf varsa, bu görüşmelerin hepsi, şehirlerarası bir otoyola benzeyen tek bir hat üzerinden yapılabiliyor: karşılıklı vızır vızır uçuşan paketler halinde. Bu kadar yoğun bir trafiğin, iletilebilir frekans aralığının darlığı nedeniyle, metal iletken hatlar üzerinden elektrik sinyalleri halinde iletilebilmesi mümkün değil. Bunun çaresi, elektrik pulsuları yerine ışık dalgalarını devreye sokup, kullanılabilir frekans aralığının genişletilmesi. Dolayısıyla, veri paketi, kum tanesi büyüklüğündeki transistör lazerlerin ürettiği ışık dalgaları üzerine işlenip, optik lifler üzerinden gönderiliyor. Tek bir optik lif, yükselticileriyle birlikte; on milyondan fazla görüşmenin veri paketlerini, saniyenin yüz binde birinde taşıyabiliyor. Hem de, sayısal teknoloji sayesinde, sinyalin parazit, sinyal bozulması ve zayıflaması sorunları da ortadan kalkmış oluyor. Sonuç olarak, 1998 yılı sonu itibarıyla, dünyada 215 milyon kilometreden fazla optik lif hattı döşenmiş durumda.

Eğer iki nokta arasında döşenmiş bir hat yoksa, veri paketleri elektromanyetik dalgalara dönüştürülüp, yollarına havadan devam etmeleri de sağlanabilir. Noktalardan biri yayınlar, diğeri yakalar... Eğer bu iki nokta birbirini elektromanyetik olarak göremiyorsa, alışverişlerini yukarıdaki bir uydu aracılığıyla da yapabilirler. Cep telefonlarımız böyle çalışır.

Görüntü naklinin veri yoğunluğu çok daha yüksektir. Çünkü, örneğin modern bir televizyondaki anlık görüntü, birkaç yüz satır üzerine dizilmiş 100.000, 'piksel' denilen nokta benzeri unsurdan oluşur. Bu noktaların sırasıyla herbirinin hangi renkte olduğunun şifrelenmesi gerekir ki, görüntü karşı tarafta aynen ve yeniden oluşturulabilsin. Çok daha net görüntü verebilen 'yüksek tanımlı televizyon'da (HDTV) nokta sayısı bunun birkaç misli. Öte yandan, insan gözünün hareket algılayabilmesi için, görüntünün saniyede 25'ten fazla kez değişmesi gerekir. Dolayısıyla, bir televizyon yayının sadece görüntüsü, saniyede 2.5 milyondan fazla veri içerir. Bu görüntü ulaştığı hedef araçta, satır satır inşa edilir. İletişim hızının yavaşladığı durumlarda, ekranda bu süreci izlemek mümkündür.

Masa üstü bilgisayarımızın mikro işlemcisi GHz düzeyinde hızlıyken, kendisine doğru akan verilerin geliş hızı o denli yavaştır ki, mikro işlemcimiz çoğu zaman boş oturup bekler. Oysa iletişim uygulamalarının rutin işlemlerinde, işlem hızı büyük önem taşır ve işlemci layığını bulur. Veri iletilişinde, inanılmaz hız ve hacimler gerçekleştirilmiş olmasına karşın, potansiyel iletişim talepleri karşısında mevcut hızları artırmak zorunlu. Çünkü artık bir cep telefonuyla, pek çok şey yapılabilir halde. Ses, veri ve görüntü hizmetleri etkileşimli hale geliyor. Görüntülü görüşme, internet, faks, banka işlemleri, alışveriş, yer arama: akla ne gelirse. Daha da pek çok şey gelecek akla ve uygulama alanları genişleyecek.

NÜKLEER TEKNOLOJİ



Nükleer enerji, II. Dünya Savaşı sırasında ve bu alanda ilk olma yarışı sonucunda ortaya çıktı. İki küçük çekirdeğin birleştirilmesi anlamına gelen füzyon ya da büyük bir çekirdeğin parçalanmasıyla, yani fisyonla elde edilebiliyor. Kendiliğinden yer aldığı için müdahaleye imkan tanımayan üçüncü şekli, yapısı kararsız olan 'radyoaktif' çekirdeklerin, daha kararlı yapılara dönüşmeleri sırasında açığa çıkan 'bozunma ısısı.'

Halen ticari olarak enerji üreten nükleer santrallerin işleyişi, 1950'li yıllarda kontrol altına alınan fisyonla dayalı. Yakıtları, seramik formdaki uranyum. Parçalanma sonucu ortaya çıkan ürünler, enerjilerini içinde buldukları ortama aktararak, yakıtı ısıtır. Yakıt, normal ya da hafif suyla olduğu gibi, gazla da soğutulabilir. 1000 MW'lık bir 'basınçlı su' reaktörünün yakıtının bulunduğu ve enerjinin üretildiği kalbi, sadece birkaç metre-küplük bir hacim kaplar.

Doğal uranyumun %1'den azı, parçalanabilir izotopundan oluşur. Kalan kısmı reaktörde plutonyuma dönüşür. Bu plutonyum parçalanabilir ve daha sonra ayrıştırıldığı takdirde, enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Bu durumda, uranyumun her gramı, 2.5 ton kömür eşdeğeri enerji içerir. Dünyada halen çalışan 400'den fazla santral var. Kimyasal tepkimelere dayanmadıkları için, bacagazi salmazlar. Ancak, çekirdek tepkimelerine dayandıkları için, radyoaktif izotop biriktirirler. Yani bacalardan salmadıkları, kalplerinde saklıdır.

Nükleer reaktörlerde, görece çok küçük bir kalp hacmi içinde çok büyük miktarlarda enerji üretildiği için, soğutma büyük önem taşır. Öte yandan, radyoaktif çekirdekler reaktör kapandıktan sonra bile enerji üretmeye devam ettiklerinden, kapatma işleminden sonra soğutmanın bir süre daha devam ettirilmesi gerekir. Aksi halde kalp eriyebilir. 1979 ve 1986 yıllarında yer alan Three Mile Island ve Chernobyl kazalarında olduğu gibi. Ve kalpte saklı tutulanlar çevreye saçılabilir. İkinci kazada olduğu gibi.

Bu kazalardan sonra, sistem bütünlüğü ve radyolojik güvenlik konuları daha da büyük önem kazandı. Küçük ve modüler yeni santral tipleri geliştiriliyor. Kalbinin erimesi mümkün olmayan ve bu özelliği nedeniyle acil durum soğutmasına gereksinim duymayan, gaz soğutmalı sistemler piyasaya çıkmak üzere. MIT ile Idaho'daki ulusal laboratuvarların üzerinde çalıştığı benzer bir tasarım, hidrojen üretimi ya da tuzlu suyun saflaştırılması gibi süreçlerde kullanılmak üzere yüksek ısı üretimini hedefliyor. Bu alanda yaşanan gelişmeler, çeşitli mühendislik dallarını bir araya getirdiği gibi, herbirine katkılarda bulunuyor. Reaktör kalbi ve zırhlama tasarımları yeni matematiksel yöntemlere, ölçüm ve yakıt elemanı üretim tekniklerine, metalürji alanında yeniliklere yol açıyor. Güvenli enerji dönüşüm sistemlerinin tasarımı, akışkanlar dinamiği ve termohidrolik ölçüm sistemleriyle ilgili programların geliştirilmesini sağlıyor. Süreç kontrolü yeni aletlerin yapısını zorunlu kılıyor.

Aslında 40 yıllık deneyimin kayıtları, nicel olarak bakıldıklarında, ticari nükleer santrallerin kazalar ve uzun vadeli riskler, çevre ve sağlık etkileri açısından, fosil yakıtlı santrallara oranla çok daha güvenli olduklarını gösteriyor. Ancak,



Bir fisyon reaktörünün kalbindeki yakıt çubukları

bir de atık yakıt sorunu, yani kullanılmış yakıtlarda biriken radyoaktifite stoku meselesi var. Güvenli bir depolama için jeolojik ölçekte çalışmak gerekiyor ve tüm radyoaktif atıkların, camlaştırıldıktan sonra, depremlerden muaf yeraltı galerilerinde saklanması düşünülüyor. Bu amaçla, sözkonusu atıklardaki aktif çekirdeklerin, çeşitli ortamlardaki fiziksel ve kimyasal davranışlarıyla, difüzyon hızları inceleniyor. ya da bu çekirdeklerin, örneğin proton hızlandırıcılarında enerji kaynağı olarak kullanılıp yok edilmeleri gibi, farklı yaklaşımlarla yok edilmeleri üzerinde çalışılıyor.

Nükleer yakıt yönetimi için halen geliştirilmiş bulunan projeler güven verici görünüyor. Nitekim, Fransa ve İngiltere harcanmış yakıtlarını, halen işliyor. Böylelikle, harcanmış yakıttaki plutonyumun, hem enerji kaynağı olarak kullanılması, hem de daha kısa yarılanma ömürlü çekirdeklere dönüştürülmesi hedefleniyor. Japonya ise, reaktörlerinde plutonyum ve uranyum okit karışımlarını (MOX) kullanmaya başladı. Kullanım oranını 2007 yılında %100'e çıkartmayı planlıyor.

Hidrojen ve döteryum gibi hafif çekirdeklerin birleştirilmesine dayalı 'termonükleer füzyon', 1950'lerden beri bu alanda yapılan araştırmalara milyarlarca dolar harcanmış olmasına karşın, henüz kontrol altına alınamadı. Manyetik sınırlama yöntemleri alanında değişik plazma geometrileri ya da aletle sınırlama gibi alternatif yöntemler üzerinde çalışmalar sürüyor. Öte yandan, fisyonla füzyonun birlikte çalıştığı almasıç ('hibrid') tasarımlar da var. Ekonomikliğin başarılı olabilmesi halinde, görece çok daha temiz ve neredeyse sınırsız bir enerji kaynağına kavuşulmuş olacak.

Dünya enerji kaynakları üzerindeki rekabet yoğunlaşır ve küresel ısınma tartışmaları giderek artan bir ciddiyet kazanırken, bütün bunlar yapılmak zorunda. Yarına hazırlıklı olmak için. Geçmişte olduğu, tüm mühendislik bilimlerinin katkısıyla olunabildiği gibi...