

Makine Hayâlleri

Bu yazı, MIT Technology Review dergisinin Mayıs-Haziran 2015 tarihli sayısından alınmıştır.

Çeviri: Yağmur Denizhan

Tom Simonite
MIT Technology Review dergisi editörü
A.B.D.

*Hayatta kalmaya çalışan
Hewlett-Packard,
bilgisayarların temel
işleyişini değiştirecek uzak
bir ihtimale oynuyor.*

Hewlett-Packard'ın Palo Alto'da, Silikon Vadisi'nin tam ortasındaki merkez ofisinde bir mihrap vardır. HP'nin araştırma binasının bir köşesindeki, yüzyıl ortasından kalma eski mobilyalarla döşeli, onlarca yıldır boş duran iki bağlantılı oda, özenle korunur. William Hewlett ve David Packard, 1968'de piyasaya sürülen, 40 pound'luk, daktilo ebadındaki programlanabilir hesap makinesi gibi ürünleri icad eden HP mühendislerini bu ofislerden yönetmişti.

Günümüzün akıllı telefon ve bulut hesaplaması çağında, HP'nin temel ürünleri de çok geçmeden antika haline gelebilir. Son yıllarda yaşanan ciddi hasılat ve kâr düşüşü firmayı krize soktu. HP, çoğunlukla sunucu, yazıcı ve mürekkep (PC ve dizüstü bilgisayar satışları toplam kârın beşte birinden daha azını oluşturuyor) satışlarıyla ayakta kalıyor. Ama işletmeler, Amazon gibi firmaların işlettiği bulut hizmetlerinden yararlanma şansına sahip oldukları için, sunucuya daha az ihtiyaç duyuyorlar. Üstelik bu firmalar donanımlarını HP'den daha ucuz

tedarikçilerden almayı tercih ediyor. Tüketiciler ve işletmeler, yazıcılara da eskisinden daha az ihtiyaç duyuyor ve bunlara pek para vermek istemiyor.

HP 2012'den beri 40.000'i aşkın işe son verdi ve bu yılın devamında daha küçük (ama gene oldukça sorunlu) iki firmaya ayrılacak (bu operasyon neredeyse 2 milyar dolar'a mâlölacak). HP Inc. yazıcı ve PC satacak; Hewlett Packard Enterprise ise kurumlara sunucu ve enformasyon teknolojisi hizmetleri sunacak. Hewlett Packard Enterprise, sırtını yıllık hasılatı 2012'den 2014'e kadar %6'dan daha fazla düşen bir departmana dayayacak. Kazançlar daha bile hızlı, %20'yi aşan oranda düştü. HP'nin en yakın rakibi olan IBM, geçen yıl benzeri baskılar altında sunucu firmasını Lenovo adlı Çin firmasına sattı.

Bu hayatî krizin ortasındaki HP Enterprise, gene de gösterişli bir geri dönüş yapabilmek ümidiyle riskli bir proje üzerinde çalışıyor. HP'nin araştırma departmanının neredeyse dörtte üçü kendini şimdi tek bir projeye adanmış durumda: "The Machine" diye anı-

lan güçlü bir yeni bilgisayar türü. Proje, bilgisayarları daha basit ve daha güçlü hale getirmek üzere, işleyişlerini tamamen yeniden tasarlamaya yönelik. Eğer başarılı olursa, sunuculardan akıllı telefonlara kadar herşeyi dramatik bir şekilde geliştirecek ve HP'yi de kurtaracak.

HP'nin teknoloji müdürü ve projeyi ortaya atan kişi olan Martin Fink, "İnsanlar bugün çözemedikleri problemleri çözebilecekler," diyor. Açıkladığına göre, *the Machine* firmalara bugünkünden kat kat daha fazla ve daha karmaşık veri kümeleriyle baş etme gücü sağlayacak ve bugün yapılabilen analizleri de belki yüzlerce kat daha yüksek hızla gerçekleştirecek. Bu, enformasyon analizinin önem taşıdığı alanlarda, mesela giderek daha yüksek hızla gen sıralaması yapan cihazların yeni bir veri seli yarattığı genomik tıp alanında büyük sıçramalara yol açabilir. Fink, *the Machine*'in mevcut bilgisayarlardan çok daha az enerji harcayacağını, böylece internet hizmetlerinin ardındaki bilgisayar depolarının yüksek enerji faturalarını düşürebileceğini söylüyor. HP'nin yeni hesaplama modelinin daha küçük cihazlara da uygulanabilir olması, böylece dizüstü bilgisayarları ve cep telefonlarının bir şarjla çok daha uzun süre işlemlerini sağlaması amaçlanıyor.

Herhangi bir firmanın bilgisayarların temel tasarımını yeniden icat etmesi şaşırtıcı bir şey, ama bunu yapanın HP olması daha da büyük sürpriz olur. On yıl kadar önce küçülme gayreti içinde araştırma kadrolarını azaltan HP, ARGE'ye rakiplerinden çok daha az (2014'te 3,4 milyar dolar, yani cirosunun %3'ünden az) yatırım yapmakta. Kıyaslanacak olursa; IBM 5,4 milyar dolar, yani cirosu-

nun %6'sını harcadı, üstelik de yeni tip bir bilgisayar icad etmek için fizik ve bilgisayar bilimi alanlarında yapılması gereken temel araştırmalar konusunda çok daha köklü bir geleneğe sahip. Fink'in *the Machine* düşünün tam olarak gerçekleşebilmesi için, HP'nin mühendislerinin parmak ucu ebadındaki bilgisayar çiplerinin içine sığabilecek lazer sistemleri geliştirmesi, yeni bir işletim sistemi icad etmesi ve veri depolamak için daha önce bilgisayarlarda hiç kullanılmamış bir elektronik cihazı mükemmelleştirmesi gerekiyor.

Becerebilirlerse, bu hem bilgisayar mühendisliği hem de kurumsal mühendislikte üstün bir başarı başarı olacak.

Yeni Tasarım

2010'da yüksek güç çeken kurumsal sunucular satan HP departmanının başında bulunan Fink, biraz paranoyak duygular içindeydi. Müşteriler, akıllı telefonlardaki türden, enerji açısından verimli ve hızlı flash bellek çipleri yardımıyla veri depolama imkânı sunan yeni kurulmuş firmaların başına üşüşüyordu. Halbuki HP, sabit diskler için yavaş ve geleneksel veri depolama teknolojisi satmaktan başka bir şey yapmıyordu. "Yeterince atılgan bir tepki veremiyorduk," diyor Fink, "yeterince uzak bir geleceği düşünmediğimiz için hayâl kırıklığı içindeydim."

Bir sıçrayış yapmanın yollarını ararken, kendine şunu sordu: Yeni bellek alternatifleri neden sadece veri depolamada ilerleme sağlamak için kullanılın da, bilgisayarları tamamen yeniden tasarlamak için kullanılmasın? Fink, HP ve diğer bazı firmalardaki araştırmacıların flash çiplerinden çok daha hızlı çalışabilecek gibi görü-

HP'nin Yolu

1938: Hewlett ve Packard kiralık bir garajda bir atölye kurdular. İlk ürünleri ses donanımını test etmede kullanılan odyo bir cihazlardı.



1951: Mühendislerin elektronik sinyallerin frekansını ölçmek için kullandığı cihazlar HP'nin ikinci büyük ürünü oldu ve nükleer sanayinin yaygınlaşmasına destek oldu.



1964: HP zamanı saniyenin milyonda bir hassasiyetle ölçen atomik saati çıkardı. Saat uluslararası zaman standartlarını senkronize etmede kullanıldı.

1966: HP'nin ilk bilgisayar bilimsel cihazlardan gelen verileri işleyebilmek amacıyla icad edildi. Oda ebadındaki makinenin fiyatı 25.000 dolar'dan başlıyordu.

1972: Gömlek cebine sığacak kadar küçük ilk bilimsel hesap makinesi piyasaya sürüldü ve hesap cerevelinin sonunu getiren gözde bir ürüne dönüştü.



1984: Dünyanın ilk masaüstü yazıcısı HP LaserJet piyasaya sürüldü ve kısa sürede büro yaşamının ayrılmaz bir parçası haline geldi.



1995: Kimyacı Stanley Williams HP'nin ilk temel bilimler araştırma programını başlatarak organik moleküllerin silikon transistörler yerine daha küçük cihazlar olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırdı.

2008: Williams'ın ekibi memristör adında küçük bir cihaz yaparak veri depolamada vazirki yeni bir yöntem icad etti.

2012: Yeni teknik müdür Martin Fink, HP araştırmacılarının çoğunu memristör belleğine dayanan yeni bir bilgisayar tasarımı üzerinde çalışmak üzere görevlendirdi. İlk *Machine*'in 2020'den önce tamamlanması bekleniyor.



nen yeni bellek teknolojileri üzerinde çalıştıklarını biliyordu. Teknik başdanışmanıya birlikte, bu teknolojileri kullanarak bilgisayarları daha güçlü ve enerji açısından daha verimli hale getirecek bir tasarım hazırladılar.

Bu konuda yazdıkları, kurum-içi dildeki başlığı "Sınırsız Yakınsama" olan, dahilî makale hiç bir yere varmadı. Ancak 2 yıl sonra Fink HP'nin teknoloji müdürü ve HP laboratuvarlarının yöneticisi olarak atanunca, önerisini tekrar hayata geçirmenin mümkün olabileceğini gördü. "Laboratuvarlardaki ekiplere baktığımda, gereken unsurların orada olduğunu görebiliyordum," diye anlatıyor Fink. HP özellikle de memristör adı verilen bir cihaza dayanan, flash'e rakip bir bellek adayı üzerinde çalışmaktaydı. Memristör hâlâ gelişim aşamasında olsa da, Fink'e günün birinde kendi tasarımını gerçekleştirmeye yetecek hıza ve veri depolama yoğunluğuna erişebilmiş gibi göründü. Eski önerisini yenileyip, tasarladığı bilgisayara geçici olacağını düşündüğü bir isim taktı: *the Machine*. Ama isim kaldı.

The Machine, 1970'lerden beri bilgisayarların iç yapısını belirleyen tasarımı yenilemeye yönelik bir çalışma. Bilgisayarlar esasen, verileri donanımın enformasyonu tutan farklı kısımları arasında ileri geri yollayıp durur. Bunlardan "depolama" diye bilinen kısım, resimlerinizi, belgelerinizi ve ayrıca da bilgisayarın işletim sistemini saklar. Sabit disk veya flash bellek çiplerinden oluşan bu kısımda, bol miktarda veri küçük bir alana sığdırılır ve orada enerji harcamadan tutulur (mühendisler buna "kalıcı" bellek adını veriyor). Sabit disklerin de flash çiplerinin de verileri okuma ve yazma hızı, bilgisayarın bunları işleme hızına oranla çok düşüktür. Bilgi-

sayar bir iş yapacağı zaman verilerin, 10.000 kat daha hızlı bir teknoloji kullanan kısa süreli belleğe, yani DRAM'a (*dynamic random-access memory* - rastgele erişimli dinamik bellek) kopyalanması gerekir. Ama bu tür bellekler veriyi çok yoğun bir şekilde depolayamazlar, üstelik de güç kesildiğinde boşalırlar.

Bu iki kademeli depolama ve bellek sistemi, bilgisayarların verileri kullanılabilecekleri yere getirip götürmek için çok fazla zaman ve enerji harcaması anlamına gelir. Dizüstü bilgisayarınızın hemen açılmamasının sebebi budur: İşletim sisteminin depodan alınıp belleğe yüklenmesi gerekir. Akıllı telefonlarınızın pil ömrünü belirleyen kısıtlardan biri, telefon cebinizde çalışmadan dururken bile, DRAM'daki verileri kaybetmemek için enerji harcama gerekliliğidir.

Bu sizin belki biraz keyfinizi kaçırıyordur, ama San Diego'daki University of California'da depolama teknolojileri üzerine araştırma yapan Prof. Yuanyuan Zhou'nun belirttiğine göre, her tür endüstride giderek önem kazanan yoğun hesaplama işlemlerinin yapıldığı bilgisayarlarla çalışanlar için bu tam bir baş belası. "Geleneksel bilgisayar mimarisi, yoğun veri içeren problemlerle uğraşanları kısıtlıyor," diyor. HP'nin tahminlerine göre, tipik bir veri analizi yazılımının yaklaşık üçte biri, yapılacak işlemler değil, verilerin depoya bellek arasında getirilip götürülmesiyle uğraşılıyor. Bu durum sadece performansı düşürmekle kalmıyor. Verilerin bellekle depo arasında aktarılması önemli miktarda enerji tüketiyor, bu da Zhou'nun belirttiği üzere, bol miktarda sunucu çalıştıran firmalara ciddi bir dert yaratıyor. Facebook gibi firmalar, bilgisayar depolarının astrono-

mik enerji faturalarını düşürmek için milyonlar harcıyor.

The Machine, bu problemleri depolamayla bellek arasındaki ayrımı rafa kaldırarak çözmek üzere tasarlanıyor. HP'nin memristörlere dayanan tek ve devasa bir bellek deposu, hem verileri tutacak hem de işlemcinin onlara erişimini sağlayacak. Bellekle depolamayı birleştirmek yeni bir fikir değil, ancak Berkeley'deki University of California'da mikroelektronik üzerine çalışan Prof. Tsu-Jae King Liu'nun söylediğine göre, henüz bunu pratik hale getirecek kadar hızlı bir kalıcı bellek teknolojisi geliştirilemedi.

Liu, rezistif RAM diye bilinen memristöre benzer bir bellek teknolojisi üzerinde çalışan Crossbar adlı yeni bir firmaya danışmanlık yapıyor. Crossbar ve bir kaç başka firma daha, mevcut bilgisayar tasarımındaki flash belleğin yerine kullanılmak üzere bir teknoloji geliştirmekte. Ancak HP dışında hiçbir firma, cihazlarının bilgisayarları daha kökten bir şekilde değiştireceğini iddia etmiyor.

The Machine'nin Fink'in hayâl ettiği kadar iyi çalışabilmesi için, HP'nin memristör bellek çiplerini ve tek dev bir bellek deposunu kullanmak üzere tasarlanmış yeni bir tür işletim sistemini gerçekleştirmesi gerekiyor. Fink'in tasarımının alışılmış bilgisayar tasarımından ayrıldığı iki husus daha var. Biri; veriler *the Machine*'in işlemcisiyle bellek arasında taşınırken optik fiberler üzerinden yollanan ışık darbelerinden yararlanılması, ki bu metal hatlara oranla daha hızlı ve enerji açısından daha verimli bir seçenek. İkincisi ise; tek tek genel amaçlı işlemciler yerine, mobil cihazlardaki türden, enerji açısından verimli özel çip gruplarının kullanılması. Intel gibi firmaların yaptığı düşük enerjili işlemcileri şu

anda piyasadan satın almak mümkün. Geri kalan herşeyi HP kendisi icad etmek zorunda.

Temel Uğraşı

Onlarca yıldır kimse tamamen yeni bir işletim sistemi kurmadı.

The Machine'in sistem yazılımı müdürü Rich Friedrich'in belirttiğine göre, 40 yılı aşkın süredir bütün "yeni" işletim sistemleri aslında bir öncekinin üzerine inşa edilmiş ya da bir öncekini örnek almış. Mevcut işletim sistemleri çok baskın olduğu için, bu konuda akademik araştırmalar da minimum düzeyde kalmış.

Friedrich ve çalışma arkadaşlarının yapacakları büyük önem taşıyacak. Yazılımın, *the Machine*'in çeşitli olağandışı komponentlerini güvenilir bir sistem teşkil etmek üzere ve bugüne kadar yapılmış tüm bilgisayarlardan farklı bir şekilde bir araya getirmesi gerekiyor. Ekip ayrıca bu bilgisayarın pazarlanmasına da yardım etmek durumunda. İşletim sistemi başka firmalara ve programcılara çekici görünmezse, *the Machine*'nin teknik üstünlükleri hiç bir işe yaramaz. Dolayısıyla, HP aynı anda iki farklı işletim sistemi üzerinde çalışmakta. Biri, yaygın olarak kullanılan Linux sistemine dayanıyor ve çalışması için gereken donanımı taklit edecek yazılımla birlikte bu yaz piyasaya sürülecek. *Linux++* adlı bu sistem *the Machine*'nin tüm gücünü kullanamasa da, mevcut Linux yazılımlarının çoğuyla uyumlu olacağından, programcılar sistemi kolaylıkla deneyebilecekler. Bundan hoşnut kalanlar, HP'nin ikinci yeni işletim sistemine terfi edebilecek. *Carbon* adı verilen bu siste-

minin tamamlanması 2 yıl veya daha fazla sürecek. Herkesin kodunu denetleyip uyarlayabilmesi için açık kaynak olarak yayınlanacak olan sistem, daha en başından itibaren depolama ve bellek arasında ayırım yapmadan bilgisayarın tüm gücünü sonuna kadar kullanmak üzere tasarlanıyor. Friedrich, tasarımına sıfırdan başlanan bu işletim sisteminin, yıllar boyunca birbiri üstüne binen yenilemelerin yarattığı ve sistem çökmelerine ve güvenlik zaafiyetine yol açan karma-



şikliği tamamen ortadan kaldıracığını söylüyor.

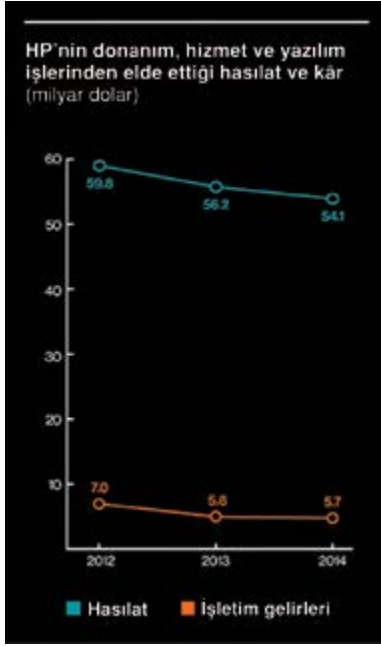
Çalışır durumdaki bir *the Machine* versiyonuna en yakın mevcut sistem (yani güçlü bir sunucu kümesi üzerinde koşan bir simülasyon) üzerinde yapılan denemeler, *Carbon*'la yeni bilgisayarın bir kere çalışır hale geldikten sonra birlikte nasıl bir performans sunabileceği konusunda fikir veriyor. Denemelerden birinde *the Machine* simülasyonu ile geleneksel bir bilgisayar, bir fotoğrafı analiz edip 80 milyon resimlik bir veri tabanında

bu fotoğrafa görsel olarak en yakın 5 resmi bulmak üzere yarıştırdı. Şu an piyasada bulunan yüksek güçlü HP sunucusu işi yaklaşık 2 saniyede tamamladı. *The Machine* simülasyonu ise bu iş için yalnızca 50 milisaniyeye ihtiyaç duydu.

Dev veri kümeleriyle uğraşmayı gerektiren problemlerin giderek arttığı böyle bir devirde, (aynı miktar enerji harcarak) bu tür görevleri onlarca, hatta yüzlerce kat daha hızlı gerçekleştirebilmek çok önemli bir avantaj sağlayabili-

dir. Mesela genom sıralaması yaptırıyorsanız, ham verinin DNA'nızın incelenmesine elverişli, tamamlanmış bir sıralama haline getirilmesi, güçlü bir bilgisayarla saatler sürüyor. Eğer *the Machine* bu prosesi dakikalar mertebesine indirebilirse, genom araştırmalarının daha hızlı ilerlemesine, genom sıralamanın tıbbî uygulamalarda daha kolay kullanılmasına yol açabilir. HP'nin veri analizi araştırmalarını yöneten Sharad Singhal, özellikle matematiksel grafik (çizge) şeklindeki (yani unsurların sıra ve sütunlar şeklinde değil, bir bağlantılar ağı şeklinde organize

olduğu) veri kümeleriyle uğraşılabilir problemlerde çarpıcı gelişmeler bekliyor. Buna örnek olarak, facebook'taki kişiler arasındaki bağlantılar ya da bir havayolunun uçurduğu kişiler, uçaklar ve bagajlar arasındaki bağlantılar sayılabilir. Ve *the Machine* bir kere gerçekten işlemeye başladı mı, yepyeni uygulamaların doğması da çok muhtemel. Singhal "Pratik değil diye vazgeçeceğimiz bir takım teknikler birden pratik hale gelebilir." diyor, "İnsanlar bu teknolojiyi bugün bizim aklımıza



gelmeyen şekillerde kullanmanın yollarını bulacaklardır.”

HP'nin bu çarpıcı potansiyeli sunabilmesi için, memristörü mükemmel hale getirmesi son derece önemli. Bu çalışma, HP'nin kurucularının ofislerinin bir kat altında, Stanley Williams'ın on yıl önce çığır açan bir buluş yaptığı küçük bir laboratuvarında konuşlanmış durumda.

Williams HP'ye 1995 yılında, David Packard şirketin daha fazla temel araştırma yapması gerektiğine karar verdikten sonra katılmıştı. Silikon transistörlerin yerine kullanılacak daha küçük ve daha ucuz komponentler için organik molekülleri denemeye yoğunlaştı (bkz. "Computing After Silicon," Eylül/Ekim 1999). Bir kaç yıl sonra, rotaksan adı verilen molekülleri platin elektrodların arasına sıkıştırarak, istenilen anahtar davranışını sergileyen cihazlar yapmayı başardı. Ancak bu cihazların performansı çıldirtıcı derecede değişkeni. Williams'ın moleküllerin önemli olmadığını ve aslında büyük bir keşif yapmış olduğunu farketmesi için daha yıllarca çalış-

ması gerekti. Anahtarlama etkisi, rotaksan tabakasını elektrodla tutturmak için yapışkan niyetine kullanılan titanyum tabakasından kaynaklanmaktaydı. Daha da şaşırtıcı olan; bu malzemeyle yapılan cihazların bazı versiyonlarının yepyeni bir temel elektronik komponent türüne ilişkin olarak ta 1971'de yapılan bir kehaneti gerçekleştirmesiydi. Berkeley'deki University of California'dan Prof. Leon Chua böyle bir cihazın varlığını öne sürdüğünde, tutucu mühendislik anlayışı tüm elektronik devrelerin sadece üç temel elemanla, kapasitör, endüktör ve dirençle yapılması gerektiğini savunmaktaydı. Chua dördüncü bir eleman olması gerektiğini hesapladı. Cihaza memristör, yani (*memory + resistor*) bellekli direnç adını veren odur. Cihazın temel özelliği, elektriksel direncinin (yani elektron akışını ne derece engellediğini gösteren ölçütün) gerilim uy-

gulamak suretiyle değiştirilebilmesidir. Geçmişte cihaza uygulanmış olan gerilimlere dair bir tür bellek işlevi gören bu direnç, veri kodlamada kullanılabilir.

HP'nin bu komponentle ilgili ortaya koyduğu son gerçekleştirme oldukça basit: Üstüste istiflenip iki elektrod arasına sıkıştırılmış iki nanometre kalınlığında titanyum dioksit tabakaları. Bu yığındaki bazı tabakalar elektrik iletiyor, oksijen atomlarından yoksun olan diğer bazı tabakalar ise yalıtkan işlevi görüyor, böylece cihaz toplam olarak yüksek bir elektriksel direnç sergiliyor. Doğru miktarda uygulanacak gerilim, iletken bir tabakadaki oksijen atomlarını yalıtkan bir tabakaya iterek toplamda akımın daha kolay akmasını sağlıyor. Araştırmacı Jean Paul Strachan bunu göstermek için fareyle bilgisayar ekranında "1" işaretli bir düğmeye basıyor. Bu, yakınlardaki bir silikon gofreti üze-

Packard ve Hewlett 1964'te

