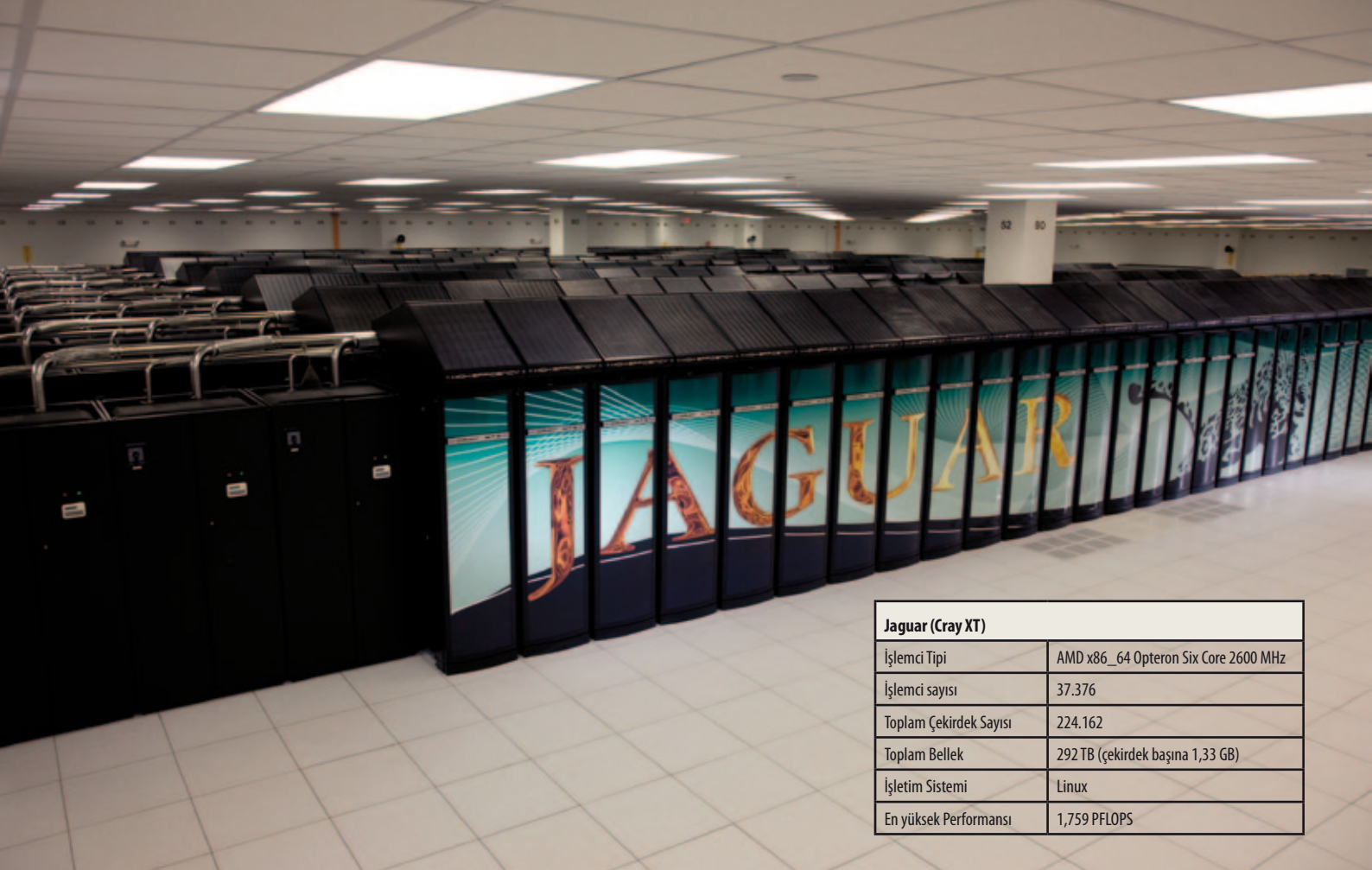


Süper Bilgisayarlar

“Süper bilgisayar” anlamı değişebilen bir terim.
Bugün süper bilgisayar denen bilgisayarlar aslında yarının sıradan bilgisayarları...



Jaguar (Cray XT)	
İşlemci Tipi	AMD x86_64 Opteron Six Core 2600 MHz
İşlemci sayısı	37.376
Toplam Çekirdek Sayısı	224.162
Toplam Bellek	292 TB (çekirdek başına 1,33 GB)
İşletim Sistemi	Linux
En yüksek Performansı	1,759 PFLOPS

Süper bilgisayarlar en basit deyişle “zamanının en fazla işlem yapma kapasitesine sahip bilgisayarlar” olarak tanımlanabilir. Bu bilgisayarlar özellikle yoğun hesaplama gerektiren kuantum fiziği, iklim araştırmaları, deprem simülasyonları, akışkanlar dinamiği, hava durumu tahmini ve astrofizik gibi bilim alanlarında kullanılır. Bu alanlardaki hesaplamalar normal bilgisayarlarla yapılmaya çalışılıyorsa, araştırmalar yıllar sürebilirdi.

Bir sistemin süper bilgisayar olup olmadığını belirlebilmesi için önce hızının ölçülmesi gerekiyor. Ölçülen bu hızlar FLOPS (*Floating Point Operations Per Second* - Kayan Noktalı Sayılarla Saniyede Yapılan İşlem Sayısı) birimiyle belirtilir. Bu sayı aslında sistemin ulaşabileceği azami işlem kapasitesini gösterir. Çünkü bir süper bilgisayarın kullanımında ulaşılacak performansta işlem yapabilme kapasitesinden başka girdi/çıkı performans, işlemciler arası iletişim ve hafıza hiyerarşisi gibi birçok etken de sonuca etki eder. TOP500 projesi dahilinde 1993 yılından beri dünyadaki en hızlı 500 süper bilgisayarın listesi yayımlanıyor. Bu liste her altı ayda bir yenileniyor ve www.top500.org sitesinde yayımlanıyor. İlk yenileme haziran ayındaki Uluslararası Süper Bilgisayar Konferansı'nda, ikincisiyse kasım ayında ABD'de düzenlenen IEEE Süper Bilgisayar Konferansı'nda duyuruluyor. Bu projede bilgisayarların hızları sıralanırken LINPACK Benchmark adlı programla yapılan ölçümler öncelikli olarak göz önüne alınıyor. Bunun yanı sıra bilgisayarların içerisindeki bir işlemci çekirdeğinin saniyede yapabildiği işlem sayısının toplam çekirdek sayısı ile çarpılmasıyla hesaplanan teorik hızlar da yayımlanıyor.

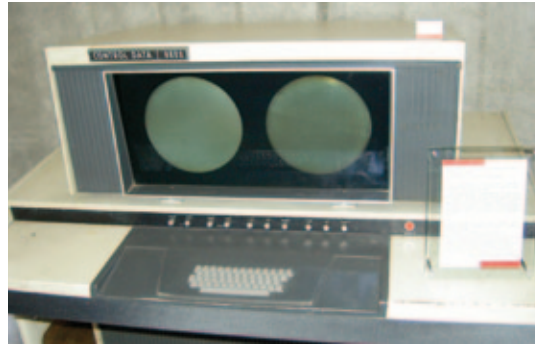
Süper Bilgisayar Üretmek Neden Zor?

Süper bilgisayarların sahip oldukları üstün hesaplama gücünü kullanabilmek için üstesinden gelinmesi gereken bazı engeller var, yani süper bilgisayar üretmek için sadece yeterli sayıda işlemci ve belleğe sahip olmak yeterli değil. Süper bilgisayar üretimini zorlaştıran etkenlerden biri binlerce işlemcinin çalışırken ürettiği ısının giderilmesi. Artık masa üstü bilgisayarlarda da kullanılan sıvı soğutma sistemleri sırf süper bilgisayarları soğutmak için geliştirildi. Süper bilgisayar tasarlanırken üreticileri en çok zorlayan kısıtlamalardan biri de veri hızı. İşlemciler ne kadar çok ve hızlı olursa olsun, işlemcilere gelen verilerin hızı düşük olduğu zaman bilgisayarın hesaplama gücünden etkin şekilde faydalanılamaz. Zaten TOP500 projesinde süper bilgisayarların ulaştığı en yüksek hız ve teorik hızları arasındaki fark incelendiğinde, bu sorunun ne kadar önemli olduğu görülebilir. Süper bilgi-

sayıları sınırlayan diğer bir sorun da çok kısa sürede çok büyük miktarda veri kullanmaları ve üretmeleri. Büyük boyuttaki hafızanın çok iyi şekilde yönetilmesi, verilerin daha hızlı bulunması için algoritmaların geliştirilmesi gibi sorunlar, süper bilgisayar üretmenin hesaplama gücü meselesi olmaktan çıkıp girdi/çıkı meselesi haline gelmesine neden oluyor.

Süper Bilgisayarların Tarihi

Her ne kadar süper bilgisayar olarak tasarlanmış olmasa da, genellikle ilk süper bilgisayar olarak kabul edilen IBM Naval Ordnance Research Calculator, 1954-1963 yılları arasında ABD deniz kuvvetlerinde füzelerin rotasını hesaplamada kullanılıyordu ve saniyede 67.000 işlem yapabiliyordu. Bir süper bilgisayar olarak tasarlanan ve üretilen ilk sistem, CDC (Control Data Corporation) isimli firmada çalışan Amerikalı bilgisayar mühendisi Seymour Cray tarafından 1964'te tanıtıldı. CDC 6600 isimli bu süper bilgisayarın hızı 9 MFLOPS'tu (9×10^6). 1969'a kadar dünyanın en hızlı bilgisayarı olan CDC 6600'ün unvanını bir üst modeli CDC 7600 devraldı. İlk süper bilgisayarların tasarımcısı Seymour Cray 1972'de CDC'den ayrıldı ve kendi firması Cray Araştırma'yı kurdu. Cray Araştırma'nın 1976 yılında duyurduğu Cray-1, 250



Supercomp

MFLOPS hızıyla ekranlarının çok üzerinde bir performans gösterdi. Bu tarihten 1989 yılına kadar Cray Araştırma'nın geliştirdiği süper bilgisayarlar rekoru ellerinde tuttular. 1989 yılındaysa CDC'nin geliştirdiği ETA10 10,3 GFLOPS ($10,3 \times 10^9$) hızıyla rekoru Cray Araştırmadan geri aldı. Bundan bir yıl sonra NEC'in geliştirdiği 23,2 GFLOPS hızındaki SX-3/44R, artık Japonların da süper bilgisayar sektöründe etkili olmaya başladığını gösteriyordu. 1997 yılına kadar farklı Japon firmaları rekoru birbirlerinden aldılar. 1996 yılında 368,2 GFLOPS olan en yüksek hesaplama hızı, 1997 yılında Intel firmasının ASCI Red/9152'siyle 1,338 TFLOPS'a ($1,338 \times 10^{12}$) yükseldi. 1999'da tekrar Intel firması ASCI Red/9632'yle rekorunu pekiştirirken, 2002 yılında NEC Earth Simulator'ın 35,86



Roadrunner (IBMCluster)	
İşlemci Tipi	PowerXCell 8i 3200 MHz, AMD Opteron dual-core
İşlemci sayısı	18.360
Toplam Çekirdek Sayısı	122.400
Toplam Bellek	103,6 TB (çekirdek başına 0,87 GB)
İşletim Sistemi	Linux
En yüksek Performansı	1,105 PFLOPS

TFLOPS hızıyla yeni rekortmen oldu. 2004'te 70,72 TFLOPS hızla rekoru eline alan IBM Blue Gene/L farklı zamanlarda yapılan çeşitli geliştirmelerle kendi rekorunu 478,2 TFLOPS'a kadar çıkardı. 2008 yılında IBM Roadrunner rekoru 1,026 PFLOPS'a ($1,026 \times 10^{15}$) yükseltti. 2009 yılına gelindiğindeyse, ilk süper bilgisayarın mucitleri tekrar rekoru almayı başardılar. Cray Jaguar 1,759 PFLOPS hızıyla halen dünyanın en hızlı bilgisayarı rekorunu elinde tutuyor.

Süper Bilgisayarlar Nerede Kullanılıyor?

Dünyanın en hızlı süper bilgisayarı Cray Jaguar da dahil olmak üzere en hızlı 500 bilgisayar listesinin ilk onundan üçü ABD Enerji Bakanlığı'na bağlı laboratuvarlarda bulunuyor. Bu bilgisayarların bulunduğu Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı, Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı ve Los Alamos Ulusal Laboratuvarı birçok eski hız rekortmenini de konuk etmişti. Ortak noktasıysa, hepsinin kuruluş amacının silah teknolojileri geliştirmek olması. İkinci Dünya Savaşı'nda kullanılan ve soğuk savaş yıllarında üretilen birçok nükleer silah bu laboratuvarlarda geliştirildi. Soğuk savaşın bitmesiyle ve SSCB'nin dağılmasıyla nükleer silah geliştirmeye ara verildi ve daha önce üretilen savaş başlıklarının nasıl muhafaza edileceğine yönelik araştırmalara başlandı. Artık laboratuvarlar sivil bilim alanlarında da kullanılmaya başlanmıştı. Şu anda bu laboratuvarlarda savunma sanayinin yanı sıra dış uzay, yenilenebilir enerji, ilaç, nanoteknoloji ve bilgi yönetimi gibi konularda

günümüzün en hızlı bilgisayarları kullanılarak araştırmalar yapılıyor. Örneğin İsviçreli bilim insanları, Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'nda bulunan ve şu an dünyanın en hızlı altıncı süper bilgisayarı olan Blue Gene'i kullanarak bir kedi beyin zarının benzetimini yaptılar. Bu benzetim bir milyar beyin hücresi ve on trilyon sinapsın canlandırılmasından oluşuyordu ve gerçek bir kedi beyin zarının ancak 100'de biri hızında çalışabiliyordu. Aynı bilim insanları daha önce de tüm bir fare beyninin ve insan beyninin yüzde birinin benzetimlerini yapmışlardı.

Süper bilgisayarların kullanıldığı alanlara ve yapılan araştırmalara örnekler:

Astrofizik: Süpernova patlamalarının süper bilgisayarlarda benzetimlerinin yapılarak arka planındaki mekanizmanın anlaşılması evrenin nasıl oluştuğuna dair bilgiler sunacak.

Biyoloji: Proteinlerin davranışlarının daha iyi anlaşılması, gıddan organik plastik üretimine kadar sayısız alanda araştırmacıların önündeki engelleri ortadan kaldırmaya yardım edebilir.

Kimya: Moleküler sistemlerin benzetimleri çok küçük ve karmaşık sistemlerle çalışılmasını mümkün kılabilir.

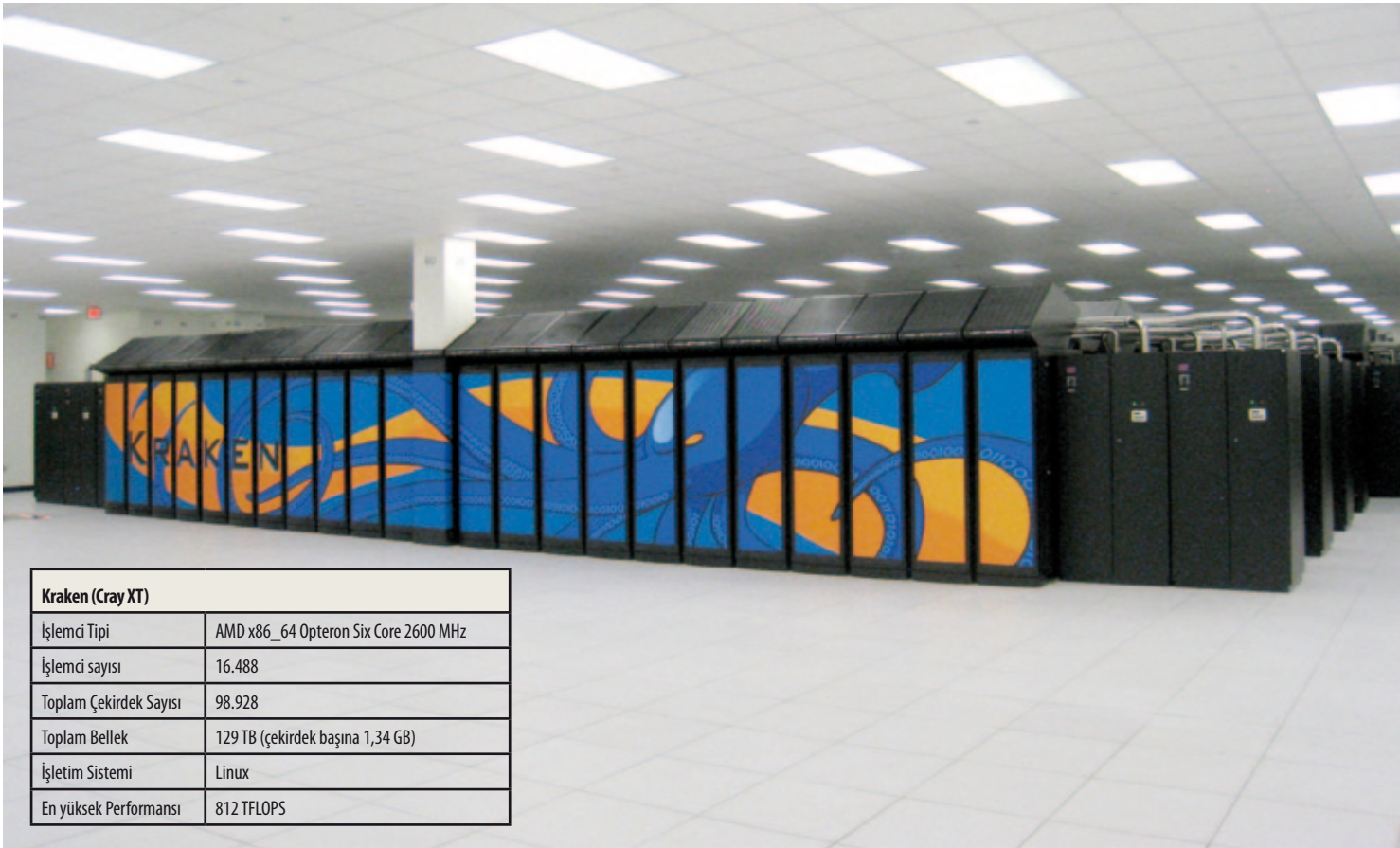
İklim Modelleme: Yeni nesil iklim modellerinin daha iyi çözümlenmesiyle daha fazla bilgi elde edilerek iklim değişimindeki olasılıklar daha isabetli hesaplanabilir.

Mühendislik: Yanmanın dinamiğinin anlaşılması, daha temiz ve etkili dizel motorların üretilmesini, kömürün gazlaşmasının benzetimleri de yeni nesil fosil yakıt elektrik santrallerinin geliştirilmesini sağlayabilir. Bunların yanı sıra deprem yıkım senaryolarından araç çarpışma testlerine, aerodinamikten akışkanlar fiziğine kadar bir çok mühendislik alanında da yüksek hesaplama gücü işleri kolaylaştırır. Malzeme Bilimleri: Malzemelerin doğasının araştırılması enerji üretimi ve iletimi, ulaşım, daha küçük ve etkin bilgisayarların ve veri saklama cihazlarının üretimi gibi modern yaşamın birçok alanının gelişmesini sağlayabilir.

Fizik: Fizikçiler süper bilgisayarların yüksek hesaplama gücünü moleküllerin davranışlarını, atomları ve hatta bu atomları oluşturan elektron, kuark ve diğer temel parçacıkları inceleyerek maddenin doğasını açıklamak için kullanıyor.

Savunma Sanayi: Şifre kırma ve füze yörüngesi izleme gibi konularda da yüksek hesaplama gücü gerekir.





Kraken (Cray XT)	
İşlemci Tipi	AMD x86_64 Opteron Six Core 2600 MHz
İşlemci sayısı	16.488
Toplam Çekirdek Sayısı	98.928
Toplam Bellek	129 TB (çekirdek başına 1,34 GB)
İşletim Sistemi	Linux
En yüksek Performansı	812 TFLOPS

Türkiye'de Süper Bilgisayarlar

Türkiye'nin ilk süper bilgisayarı 2003 yılında TUBİ-TAK ULAKBİM tarafından hizmete sunuldu. Kullanıcıların ve proje ortaklarının ihtiyaçları doğrultusunda özellikleri belirlenen bilgisayarın, 128 uç bilgisayar ve 2 adet sunucudan oluşan, Linux işletim sistemli küme bilgisayar sistemi kuruldu. Uç bilgisayarların her biri P4 2,66 Ghz işlemci, 1Gb bellek ve 80 GB sabit diske sahipti. Bilgisayarın hızı yaklaşık olarak 203 GFLOPS olarak ölçüldü. ODTÜ, Bilkent Üniversitesi, Koç Üniversitesi, İTÜ, Boğaziçi Üniversitesi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Niğde Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi ve Mustafa Kemal Üniversitesi'nden nanoteknoloji, biyoloji, kimya, fizik ve bilgisayar bilimlerinden araştırmacılar bu bilgisayarın ilk kullanıcıları arasında yer aldı. Bugün ülkemizde ilk 500 süper bilgisayar listesine girebilen bir bilgisayar yok. Türkiye'deki en hızlı süper bilgisayarlar Ulusal Yüksek Başarımli Hesaplama Merkezi'nde (UYBHM) bulunuyor. Burada daha önce gerçekleştirilmiş ve hâlâ devam eden bazı projelerin başlıkları şöyle:

- Nano ölçekte yeni malzemelerin ve spintronik aletlerin kuantum teorisi kullanılarak modellenmesi
- Küresel iklim değişikliği ve Türkiye üzerindeki etkilerinin analizi

Anadolu Sunucu Sistemi	
İşlemci Tipi	Intel Xeon (2,33 GHz)
İşlemci sayısı	384
Toplam Çekirdek Sayısı	1004
Toplam Bellek	2TB (çekirdek başına 2 GB)
İşletim Sistemi	Redhat Enterprise 5.1 X86-64

Ege (HP Blade Server)	
İşlemci Tipi	Intel Xeon (2,66 GHz)
İşlemci Sayısı	164
Çekirdek Sayısı	656
Toplam Bellek	1,3 TB (çekirdek başına 2 GB)
İşletim Sistemi	Redhat Enterprise 5.1 X86-64

- Mikro-laboratuvar ve bilgisayar benzetimleri
- Belirli koşullar altında tel halatların modellenmesi ve gerilim analizi
- Peptidlerin metal iyonları ve diğer peptidlerle etkileşiminin kuantum kimyasal yöntemler kullanılarak modellenmesi
- Bölgesel iklim modelleri ile Türkiye için iklim değişikliği öngörülerini oluşturma
- Endüstriyel yanma uygulamaları

Kaynaklar
<http://uybhm.itu.edu.tr/inner/kaynaklar.html>
<http://www.nccs.gov/jaguar/>
http://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Department_of_Energy
<https://www-pls.llnl.gov/>
<http://www.top500.org/>