

# Çin,

## Dünyanın Süper Bilgisayar Gücü



Süper bilgisayarlar cephesinde son yıllarda yaşamaya alıştığımız olağanüstü hareketlilik hızını hiç kaybetmeden devam ediyor.

Enteresandır ki, tüm bu hareketliliğin içinde yıllardan beri sabit olan belki de tek bir şey var: Tianhe-2.

Çin tarafından geliştirilen ve üretilen Tianhe-2 tam iki buçuk yıldan beri tahtını başka hiçbir süper bilgisayara kaptırmıyor ve dünyanın en güçlü süper bilgisayarlar listesinin en başında duruyor. Tianhe-2'nin bu olağanüstü performansı,

bu yılın Temmuz ayında Almanya'nın Frankfurt kentinde düzenlenen Uluslararası Süper Bilgisayarlar Konferansı'nda bir daha perçinlendi. Bu gelişme artık ABD'yi biraz rahatsız etmeye başlamış olmalı ki, ABD Başkanı Obama kısa bir süre önce ilgili birimlere Tianhe-2'den çok daha güçlü bir süper bilgisayar yapılması için talimat verdi.

Gelin, şimdi sadece devlerin sözünün geçtiği bu alandaki son gelişmelere beraber bir göz atalım.

## Bir Çin Destanı: Tianhe-2

Her zamanki gibi, Uluslararası Süper Bilgisayarlar konferansı bu yıl da sürprizlerle doluydu. Konferansa ev sahipliği yapan kent ise Frankfurt'tu (Almanya). Fakat konferanstan çıkan belki de en önemli sonuç ABD'nin süper bilgisayarlar alanındaki üstünlüğünü kaybettiğinin artık tescillenmesiydi. Gerçekten de henüz iki buçuk yıl öncesine kadar süper bilgisayarlar alanında mutlak söz sahibi olan ABD'nin bu alandaki gücü Çin'e karşı göreceli olarak geriliyor. Süper bilgisayarlar konusunda dünyanın önde gelen uzmanlarından Prof. Dr. Jack Dongarra'ya göre önümüzdeki yıllarda da bu alanda ABD'nin Çin'in önüne geçmesi biraz zor görünüyor. Bu durum özellikle ABD'deki bilişim çevrelerinde huzursuzluk yaratıyor.



### Tianhe-2

İlk olarak Haziran 2013'te Top500 listesine hem de bir numaradan giren Tianhe-2 o tarihten bu yana gerçek bir destan yazıyor. Tianhe, Türkçe Samanyolu anlamına geliyor. Listeye girmesinin ardından beş dönem arka arkaya yani tam iki buçuk yıldır, zirveyi başka bir süper bilgisayara bırakmıyor. Haziran 2013'te hizmete alınan Tianhe-2'nin normal şartlar altında 2015'te yani ilk olarak bu yıl hizmete alınması bekleniyordu, fakat geliştirilmesinin sanıldığından daha kısa sürmesiyle planlanandan tam iki yıl önce hizmete girdi. Tianhe-2 son olarak başarısını bu yılın Haziran ayında Almanya'nın Frankfurt kentinde açıklanan listeye, ABD'nin gururu Titan'ı geride bırakarak perçinledi ve zirveye neredeyse kalıcı olarak yerleştiğini gösterdi.

Tianhe-2, Çinli mühendisler tarafından ülkeyi dış teknolojilerden bağımsız kılacak bir devlet programı çerçevesinde geliştiriliyor. Süper bilgisayarda her ne kadar Intel mikro işlemciler kullanılsa da mikro işlemcilerin üzerinde çalışıldığı ana kartlar yine Çinliler tarafından geliştiriliyor. Uzun vadede ise kullanılan Intel mikro işlemcilerinin yerine yine aynı program çerçevesinde Çinli mühendisler tarafından geliştirilen Longsoon mikro işlemcilerin kullanılması planlanıyor. Diğer birçok rakibi gibi Tianhe-2 de işletim sistemi olarak Linux kullanıyor (Kylin Linux). Çin hükümeti Tianhe-2'yi simülasyonlarda, bilimsel araştırmalarda ve askeri alanda kullanıyor.

Örneğin ABD'nin ünlü bilişim dergilerinden *Wired* daha 2013'te ABD'nin süper bilgisayarlar yarışında Çin'in gerisinde kalmasını eleştiriyor ve bunun ABD'nin artık eskisi kadar süper bilgisayar teknolojisine para harcamadığının bir kanıtı ve sonucu olduğunu vurguluyordu. Süper bilgisayar teknolojisinin geleceğin teknolojilerinin geliştirilmesinde kullanılan vazgeçilmez bir altyapı sunduğunu belirten dergi, çok çekirdekli mikro işlemcilerden Apple iPhone ve Google veri merkezlerine kadar en ileri teknoloji ürünlerinin süper bilgisayarlar sayesinde geliştirildiğini hatırlatıyor.

Tüm bu gelişmeler ABD Başkanı Obama'nın da kulağına gitmiş olmalı ki, bu son listenin açıklanmasından hemen sonra Obama, Tianhe-2'den 30 kat daha hızlı bir süper bilgisayarın yapımı için ilgili birimlere talimat vermiş. Fakat buradaki tek sorun söz konusu süper bilgisayarın tam olarak ne zaman geliştirilebileceğinin hiç kimse tarafından bilinmemesi. Sonuç olarak, Tianhe-2'den hem de 30 kat daha hızlı bir süper bilgisayarın yapımı için hayal gücü sınırlarını zorlayan bir talimatın verilmesi bile, ABD'nin bu alanda Çin'e karşı düştüğü ümitsiz durumu gösteriyor.

## Titan



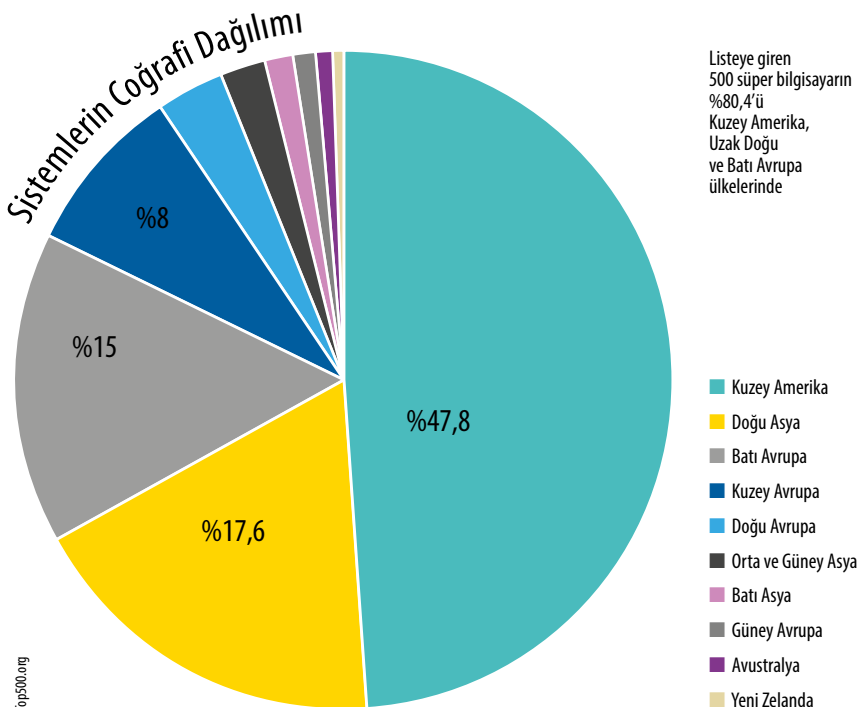
Kasım 2012'de Top500 Süper Bilgisayarlar Listesi'ne birinci sıradan giren Titan, ABD'nin en önemli süper bilgisayar üreticilerinden biri olan Cray Inc. tarafından geliştirilip üretildi. Haziran 2013'te birinciliği Tianhe-2'ye kaptıran Titan, o tarihten bu yana dünyanın ikinci en güçlü süper bilgisayarı olarak listedeki konumunu koruyor. Aynı Sequoia gibi ABD Enerji Bakanlığı emriyle geliştirilen Titan, sivil amaçlı bilimsel araştırmaların yanı sıra Amerikan Ulusal Güvenlik Dairesi NSA ve

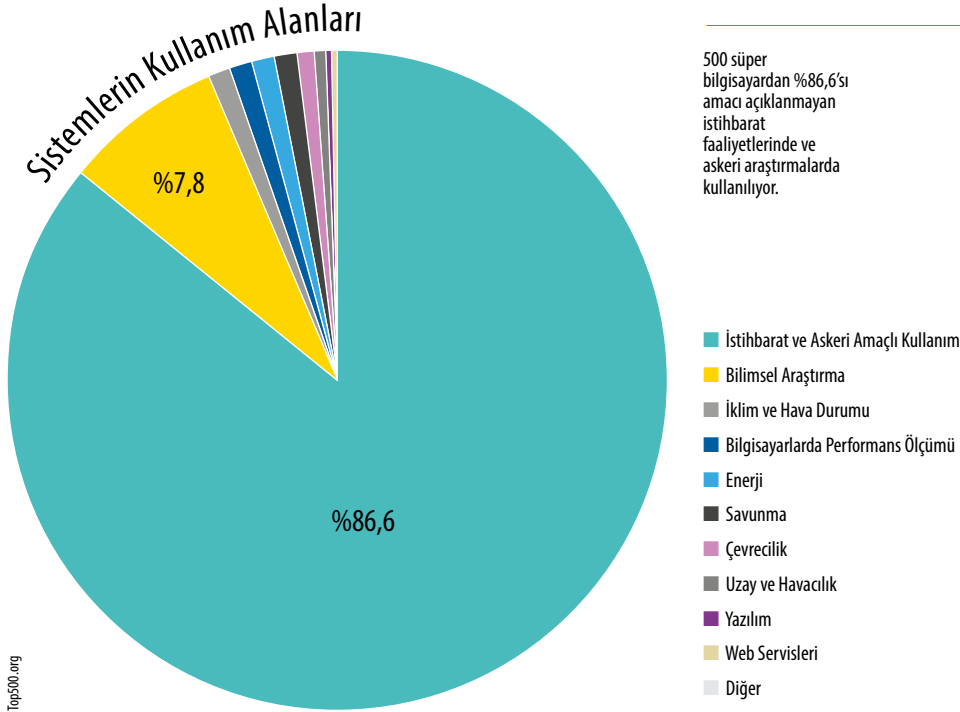
ABD Savunma Bakanlığı İleri Araştırma Projeleri Ajansı DARPA tarafından istihbarat ve askeri amaçlı projelerde de kullanılıyor. Titan da aynı Sequoia ve Tianhe-2 gibi Linux türevi bir işletim sistemiyle çalışıyor. Şubat 2013'te, süper bilgisayarın ana kartlarındaki lehimlerde oluşan paslanmalara karşı çok fazla oranda altın kullanılması nedeniyle oluşan teknik problemler nedeniyle iki ay devre dışı kaldıktan sonra Nisan 2013'te yeniden tam kapasite çalışmaya başladı.

Tianhe-2 ilk defa Haziran 2013'de Titan'ın tahtını elinden alarak dünyanın en güçlü süper bilgisayarı seçildi. O tarihten bu yana listenin ilk beşi hiç değişmedi: Tianhe-2 (Çin), Titan (ABD), Sequoia (ABD), K Computer (Japonya) ve Mira (ABD).

## Süper Bilgisayarların Başlıca Kullanım Alanları

Süper bilgisayarların en önemli uygulama alanlarının başında sivil ve askeri alanda benzetim (simülasyon) amaçlı kullanımları geliyor. Bunu ekonomi ve finans dünyasındaki borsa tahminleri, ekonomik risk analizleri, askeri alanda eskimiş nükleer silahların ömrünün uzatılması için gerekli benzetimlerin yapılması, yeni nesil nükleer bombaların geliştirilmesi ve nükleer patlamaların etkilerinin araştırılması, füze yörüngesi izleme ve kriptoloji alanındaki kullanımı izliyor. Süper bilgisayarlar ayrıca iklim modelleme araştırmalarında (volkan patlamalarının önceden tahmini, hava durumu tahminleri), astrofizik alanında (yıldızların içyapılarının incelenmesi), otomotiv, havacılık ve uzay endüstrisinde (otomobil, hava ve uzay taşıtlarının tasarımı, çarpışma testleri) ve tıp alanında özellikle DNA yapısının ve protein özelliklerinin araştırılmasında ve yeni ilaçların geliştirilmesinde kullanılıyor.





## Sequoia

Haziran 2012'de Top500 Süper Bilgisayarlar Listesi'ne birinci olarak giren Sequoia, aynı yılın Kasım ayında tahtını Titan'a kaptırarak ilk önce ikinci sıraya, daha sonra Haziran 2013'te Titan'ın tahtını Tianhe-2'ye devretmesiyle üçüncü sıraya düştü. IBM Sequoia, o tarihten bu yana listedeki konumunu koruyor. IBM Sequoia, ABD Enerji Bakanlığı tarafından yeni enerji kaynaklarının araştırılmasında ve nükleer silah sistemlerinin etkilerinin bilgisayar ortamında simülasyonunda kullanılıyor. IBM Sequoia, listeye ilk 10'dan giren türdeşleri Mira, Juqueen ve Vulcan gibi IBM Blue Gene/Q ailesinden ve Linux işletim sistemiyle çalışıyor. IBM Blue Gene ailesi, Blue Gene/L, Blue Gene/P ve Blue Gene/Q olmak üzere üç alt nesilden oluşuyor. Tarihin en başarılı süper bilgisayar nesillerinden biri olan bu süper bilgisayar ailesinin baş mimarları ise Alan Gara ve Monty Denneau.



## LINPACK Ölçütü

Süper bilgisayarların işlem güçleri, dolayısıyla kapasiteleri LINPACK adlı bir yazılım ile değerlendiriliyor. 1970'li ve 80'li yıllarda Jack Dongarra, Cleve Moler ve Gilbert W. Stewart öncülüğünde, programlama dili Fortran ile geliştirilen LINPACK için en önemli ölçüt, test edilen süper bilgisayarın kendisine verilen doğrusal denklemleri hangi süratle çözebildiği. Programın Java, Pascal, C ve C++ ile programlanmış sürümleri de var. Testlerin sonucunda LINPACK, söz konusu süper bilgisayarın saniyede

kaç tane yüzer nokta işlemi (*Floating Point Operation Per Second*, kısaca FLOPS) gerçekleştirebildiğini hesaplıyor. Dolayısıyla süper bilgisayarların işlem gücü FLOPS adı verilen bir birimle ölçülüyor. LINPACK her ne kadar süper bilgisayarların işlem gücünün ölçülmesinde çok başarılı bir yazılım olsa da farklı süper bilgisayar mimarilerinde farklı sonuçlar verdiği, hatta bazı süper bilgisayarlar üzerinde hiç çalışmadığı için uzmanlar tarafından aynı zamanda haklı olarak eleştirilen bir ölçüt.

Dünyanın En Güçlü 10 Süper Bilgisayarı (Haziran 2015)					
Sıra	Sistem (Üretici)	Çekirdek Sayısı	İşlem Gücü	Mikroişlemci	Ülke
1	Tianhe-2 (NUDT)	3.120.000	33.862 TFlop/s	Intel Xeon	Çin
2	Titan (Cray)	566.640	17.590 TFlop/s	AMD Opteron	ABD
3	Sequia (IBM)	1.572.864	17.173 TFlop/s	IBM Power	ABD
4	K Computer (Fujitsu)	705.024	10.510 TFlop/s	Fujitsu SPARC64	Japonya
5	Mira (IBM)	786.432	8586 TFlop/s	IBM Power	ABD
6	Piz Daint (Cray)	115.984	6271 TFlop/s	Intel Xeon	İsviçre
7	Shaheen II (Cray)	196.608	5536 TFlop/s	Intel Xeon	Suudi Arabistan
8	Stampede (Dell)	462.462	5168 TFlop/s	Intel Xeon	ABD
9	Juqueen (IBM)	458.752	5008 TFlop/s	IBM Power	Almanya
10	Vulcan (IBM)	393.216	4293 TFlop/s	IBM Power	ABD

Tianhe-2'yle Çin'in yakaladığı olağanüstü ve uzun soluklu performans başarısı, IBM Blue Gene/Q sınıfı süper bilgisayarlardan dördünün (Sequia, Mira, Juqueen, Vulcan) ilk 10'da yer alması ve yine ilk 10'a giren süper bilgisayarların tamamının Linux veya Linux türevi (Kylin Linux, Cray Linux Environment) işletim sistemi kullanması, ilk 10 listesinde dikkat çeken belki de en önemli üç husus.

## Genel Tablo

Top500 listesinin yani dünyanın en güçlü ilk 500 süper bilgisayarının (Top500) Frankfurt'ta açıklanmasından sonra genel tablo şöyle görünüyör:

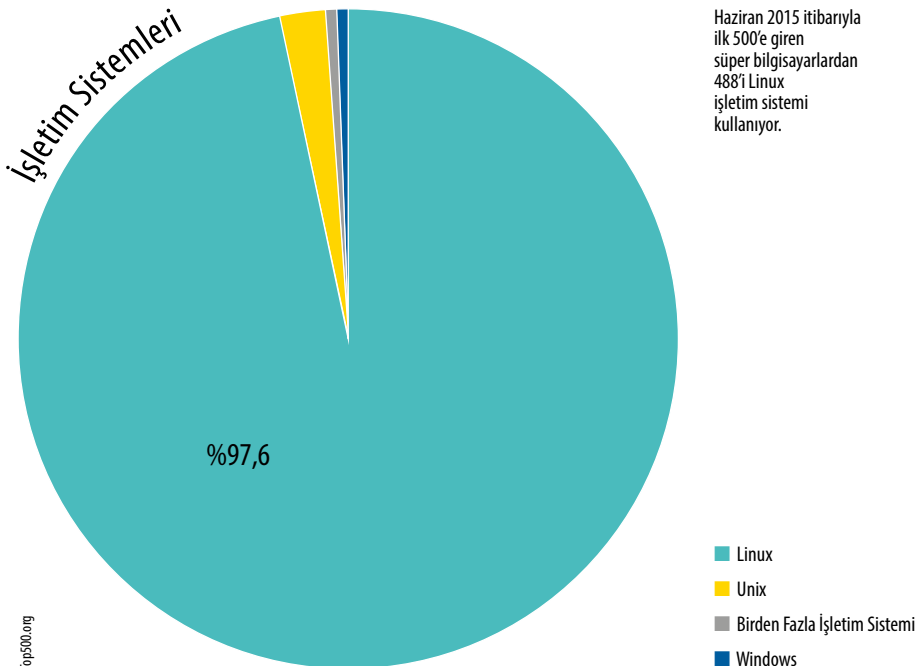
## Avrupa Yükselişte

Bu listeye beraber Top500'e Avrupa'dan giren sistemlerin sayısı 130'dan 140'a çıkarken, Asya'dan girenlerin sayısı 120'den 108'e düştü. Bu gelişmeyle doğru orantılı olarak listeye Çin'den giren süper bilgisayar sistemlerinin toplam sayısında da hafif bir düşüş olsa da Çin'in bu alandaki üstünlüğü devam ediyor. Asya'dan Çin (37) ve Japonya'nın (40), Avrupa'dan ise Almanya (37), İngiltere (29) ve Fransa'nın (27) süper bilgisayar gücü olan ülkeler olarak öne çıktığı görülüyor.

## HP, IBM ve Cray Inc. Dünyanın En Büyük Süper Bilgisayar Üreticileri

Listeye en fazla sistem sokan süper bilgisayar üreticilerinin başında yine Hewlett-Packard, IBM ve Cray Inc. geliyor. Bu yılın Temmuz ayında açıklanan listede Hewlett-Packard tarafından geliştirilen toplam 179 tane (% 35,8), IBM'den 107 adet (% 21,4) ve Cray'dan ise 71 tane (% 14,2) süper bilgisayar sistemi bulunuyor. Dünyanın en güçlü ilk 10 süper bilgisayarından 4'ü IBM tarafından geliştirilmekte ve üretilmekte olan IBM BlueGene/Q modelinden.

Dünyanın en güçlü 10 süper bilgisayardan 5'i yani yarısı ABD'de. Fakat listede Tianhe-2'den hemen sonra ikinci sırada olan dolayısıyla işlem gücü açısından dünyanın en güçlü ikinci süper bilgisayarı olan Titan (Cray Inc.) bile Tianhe-2 ile boy ölçüşebilecek durumda değil: Tianhe-2'nin saniyede 33.862 TeraFLOP'luk işlem gücüne karşılık Titan'ınki sadece 17.590 TeraFLOP/S (1 TeraFLOP/S = 10<sup>12</sup> FLOPS).







## Intel'in Zaferi

Top500 listesinden zaferle çıkan bilişim devlerinden biri de Intel. Güncel listeye giren sistemlerden 431'i (%86,6) Intel mikroişlemciler kullanıyor. Bu oran Kasım 2014 itibarıyla %85,8'di. Dolayısıyla ufak da olsa Intel mikroişlemcilerin tercihinde bir artış var. IBM Power mikroişlemcilerin kullanımında ise daha önceki döneme göre bir değişiklik görülüyor ve Top500 listesine giren sistemlerden %8'i bu işlemcileri kullanıyor. Top500 istatistiklerine göre listeye giren süper bilgisayarlar da dikkat çeken diğer bir özellik ise bu süper bilgisayarların %97,4'ünün 6 veya daha fazla çekirdekli, %87,4'ünün 8 veya daha fazla çekirdekli, %46,6'sının 10 veya daha fazla çekirdekli mikroişlemcilere sahip olması.

## Süper Bilgisayar Konferansı

İlk yıllardaki adı Mannheimer Supercomputer Seminar olan Uluslararası Süper Bilgisayarlar Konferansı (*International Supercomputing Conference*, kısaca ISC) 1986 yılında Mannheim Üniversitesi'nden Alman matematikçi ve bilgisayar mühendisi Prof. Dr. Hans-Werner Meuer tarafından düzenlenmeye başlandı. 1993 yılından itibaren yine Mannheim Üniversitesi'nden Dr. Erich Strohmaier ve Tennessee Üniversitesi'nden Prof. Dr. Jack Dongarra'nın da katılımıyla dünyanın en güçlü 500 süper bilgisayarının açıklandığı Top500 listesi yayımlanmaya başlandı. Her altı ayda bir güncellenen Top500 listesinin ilgili yıla ait ilk güncellemesi Uluslararası Süper Bilgisayarlar Konferansı'nda, ikinci güncellemesi ise ABD'de düzenlenen IEEE Süper Bilgisayarlar Konferansı'nda (*IEEE Supercomputer Conference*) açıklanıyor. Prof. Dr. Hans-Werner Meuer, 20 Ocak 2014'te kansere yenik düşerek 78 yaşında Almanya'da hayata veda etti.

## Sonuç

Güncel listede 2000'li yılların başlarından itibaren Unix'i zorlayan Linux'un artık vazgeçilmez bir süper bilgisayar işletim sistemi olarak karşımıza çıktığını görüyoruz. Göze çarpan diğer bir ilginç husus ise dünyanın en güçlü süper bilgisayarlarının ezici bir oranının istihbarat ve askeri amaçlarla kullanılması. Fakat süper bilgisayar yarışında en büyük hareketlilik son yıllarda özellikle Çin'in etkisiyle yaşanıyor. Daha önceki yıllarda da Tianhe-1A ve Nebulae gibi süper bilgisayarlarıyla zirveyi zorlayan Çin, artık zoru başarmış ve zirveye tam anlamıyla oturmuş durumda (bkz. Ege, B., "Süper Bilgisayarlar", *Bilim ve Teknik*, s.62-66, Mayıs 2012). Tüm bu gelişmeler haklı olarak ABD'yi rahatsız ediyor olmalı ki son Top500 listesinin açıklanmasından hemen sonra ABD Başkanı Obama, Tianhe-2'den 30 kat daha hızlı bir süper bilgisayarın yapımı için ilgili birimlere talimat vermiş. Fakat yukarıda da belirtildiği gibi buradaki tek sorun söz konusu süper bilgisayarın tam olarak ne zaman geliştirilebileceğinin hiç kimse tarafından bilinmemesi. Sonuç olarak, Tianhe-2'den hem de 30 kat daha hızlı bir süper bilgisayarın en kısa zamanda yapımı için insanın hayal gücü sınırlarını zorlayan bir talimatın verilmesi bile ABD'nin bu alanda Çin'e karşı ne kadar ümitsiz bir duruma düştüğünü gösteriyor.



### Kaynaklar

- Top500, "Supercomputer Sites", <http://www.top500.org>, 10 Ağustos 2015
- "Obama lässt schnellsten Supercomputer der Welt bauen", <http://futurezone.at/science/obama-laest-schnellsten-supercomputer-der-welt-bauen/144.302.110>, 30 Temmuz 2015
- Kremp, M., "China wird Supercomputer-Supermacht", <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/tianhe-2-macht-china-zur-supercomputer-supermacht-a-905915.html>, 15 Haziran 2015