

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

EVREN

Milyon Yıllık
SORULARA
Hayli Kısa
cevaplar



TWEETLENDİ

MARCUS CHOWN
GOVERT SCHILLING

Evren Tweetlendi



EVREN TWEETLENDİ

MARCUS CHOWN & GOVERT SCHILLING

Özgün ismi: Tweeting The Universe

© 2011, Marcus Chown ve Govert Schilling

Bu kitabın Türkçe yayın hakları AnatoliaTelif Ajansı aracılığıyla alınmıştır.

Türkçe yayın hakları:

© 2012 Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.

Sertifika No: 12746

Domingo, Bkz Yayıncılık markasıdır.

Çeviri: Duygu Akın

Kapak Tasarım: Ayşe Ataysoy

Sayfa Uygulama: Pınar Şensoy

ISBN: 978-605-62604-3-8

Baskı: Mart 2012

Pasifik Ofset, İstanbul

Cihangir Mah. Güvercin Cad. No: 3/1

Baha İş Merkezi A Blok, Haramidere-Avcılar (212) 412 17 77

Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın tümünün veya içeriğinin herhangi bir bölümünün yayıncının yazılı izni olmadan, fotokopi yöntemi dahil, elektronik ya da mekanik herhangi bir yolla çoğaltılması yasaktır.

Bkz Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.

Asmalımescit Mah. Ensiz Sok.

No:2 D:6 Tünel İstanbul

Tel: (212) 245 08 39

e-posta:domingo@domingo.com.tr

www.domingo.com.tr

Evren Tweetlendi

Milyon Yıllık Sorulara Hayli Kısa Cevaplar

Marcus Chown & Govert Schilling

@MarcusChown @GovertTweets

Çeviri: Duygu Akın



(En komik Tweetçi) John Grindrod'a...
Marcus'u Twitter'a başlattığı için.

İçindekiler

Önsöz	vii
Gökyüzü	1
Dünya	19
Ay	31
Uzay	47
Güneş	51
Güneş Sistemi	65
Yıldızlar	99
Samanyolu	121
Gökadalar	133
Evren	149
Evrende Yaşam	165
Gökbilimin Tarihi	177
Teleskop	187
Evreni Görmek	199
Teşekkür	214

Önsöz

Her şey Karayipler'de, küçük bir adada başladı. Ne güzel hikâye olurdu ama, değil mi? Eh, yalan da olmazdı aslında.

Aruba Karayipler'in en kurak adası. Kumarhaneleriyle, rüzgârın dalgalandırdığı "divi-divi" ağaçlarıyla meşhur... başka da bir özelliği yok. Ne var ki 26 Şubat, 1998'deki Güneş, Dünya ve Ay hizalanması sayesinde Ay gün ortasında Güneş'i gölgelerken 3 dakika 32 saniye boyunca adaya Dünya'nın en muhteşem manzaralarından biri bahşedilir. Marcus İngiliz dergisi *New Scientist*'e "tam Güneş tutulmasını" rapor etmek üzere Aruba'dadır. Govert ise aynı şeyi Hollanda haftalık dergisi *Intermediair* için yapmak üzere yine aynı yerdedir. Aruba eski Hollanda Antilleri'nin bir parçasıdır.

Uzun lafın kısıası Marcus ile Govert ilk kez rastlaşıp tanışır. Daha doğrusu Govert kibarlık ederek Marcus'u sabah 2'deki İngiltere'ye dönüş uçağına yetişmesi için arabayla havaalanına bırakır.

İleri saralım; yıl 2009. 1998'de kimsenin aklından hayalinden geçmeyecek, Twitter denen bir sosyal ağ sitesi hızla popülerlik kazanıyor. Govert de ona kucak açıyor. Aynı şekilde Marcus da. Aslında biraz abarttık. Çoğu insan gibi onlar da Twitter'a karşı epey şüpheciler. Marcus'un şöyle bir denemek için, yayımcısı Faber'in pazarlama müdürü John Grindrod tarafından teşvik edilmesi gerekiyor. Grindrod ona bunun, okuyucularla doğrudan konuşabilmenin bir yolu olduğunu söylüyor.

Govert ile Marcus Twitter üzerinde yeniden birbirlerini buluyorlar. Artık tweet dostlandılar. Ve Govert 2010 sonlarında Marcus'a ilginç bir teklif içeren bir e-posta gönderiyor.

Takipçileri Govert'a birçok soru sorduğundan, onun da aklına her Cuma akşamı bir gökbilim konusu üstüne haftalık Twitter kursu verme fikri gelmiştir. Govert'in Hollanda günlük gazetelerinden *De Volkskrant*'taki editörü bunu fark eder ve: "Aynı şeyi bizim için haftalık köşende yapsana?" der. Govert de yapar. 15 tweetin tamamını çevrimiçi yayımlandığı günün ertesi gazetede yayımlar. Gazete okuyucularından heyecan dolu tepkiler gelince Govert daha geniş bir okuyucu kitlesi için bir kitap yapmayı düşünmeye başlar; İngilizce. İşte o zaman aklına Marcus gelir. Acaba onunla bir tweetler kitabı yapmayı düşünür mü?

Marcus'un ilk düşüncesi: Ne saçma bir fikir, şeklinde oluyor. Yok, canım, şaka tabii, fikri çok beğeniyor. Bunun üzerine, Marcus, kendisinin fevrilikle uzaktan yakından alakası olmadığını itiraf edecek belki de ilk kişi olabilecek, Faber'deki editörü Neil Belton ile temasa geçiyor. İlginçtir ki Neil fikri heyecanla karşılıyor. Çok geçmeden bir sözleşme hazırlanıyor ve Govert ile Marcus işbirliğine başlıyor.

Büyük Patlama teorisi gibi kapsamlı konuları bir dizi tweete indirgemek, en hafif deyimiyle bir mücadele oluyor, tabii. Govert'in *De Volkskrant*'a yazdığı haftalık yazılardan biraz yazma deneyimi var. Marcus'un tek deneyimi ise *iPad İçin Güneş Sistemi* ki başka sayfaya geçmeden iPad ekranına sığsın diye orada da yazdığı hikâyelerin hiçbirisi 275 kelimeden uzun değil. İki yüz yetmiş beş kelime kısa ama maksimum uzunluğu 140 karakter olan bir tweetle karşılaştırıldığında, roman uzunluğunda.

Marcus ile Govert çok geçmeden ilk başta nispeten kısa sürede biteceğini düşündükleri projenin sandıklarından çok daha fazla vakit alacağını keşfediyorlar. Aşırı sıkıştırma, anlaşılmazlıkla eş anlamlı olduğundan, bir konu başlığını özüne indirgeme ile gerçek anlamı okuyucuya aktarma arasında denge kurmaya çalışmak hayli zor

Önsöz

oluyor. Buna bir de sürekli 140 karakter altında tutma çabası ekleniyor. Çoğu zaman birkaç fazla karakteri tıraşlamak, bir tweet oluşturmaktan daha çok vakit alıyor. Marcus kendisini parkta yürürken, süpermarket kuyruğunda beklerken, Londra otobüslerinin üst katında giderken, bir deftere notlar karalar halde buluyor. Masasında uzun saatler geçiren Govert için ise parkta yürüyüş, uzak bir hayalden başka bir şey olamıyor!

Ele alınması gereken konu başlığının doğal olarak 140 olması gerektiği konusunda hemfikir olan Govert ile Marcus, adam başı 70 tane üstleniyorlar. İşleri bittiğinde yaptıklarını değiş tokuş edip birbirlerinin kelimelerini düzeltiyorlar. Bu da hiç ummadıkları, zaman alıcı bir süreç dönüşüyor ama nihayetinde iş bitiyor. Bir yıllık bir süre içinde Marcus 275 kelime uzunluğunda yazmaktan 140 karakter uzunlukta yazmaya geçiş yapmış oluyor. Govert ise bir tweete sığmayacak tek bir cümle bile etmiyor artık. Faber'deki editör yeni proje olarak şimdiden evrenin kökeni, evrimi ve kaderini haiku formatında yazmalarını öneriyor. Şakamı mı yapıyorsun, Neil?

Ne, yapmıyor musun?

Marcus Chown (Londra) ve
Govert Schilling (Amersfoort), 2011

Gökyüzü

1. Gökkuşağı neden çıkar?

1665. Londra'da veba. Kuzeydoğuda Cambridge kapatılır. 22'lik, henüz ünsüz Newton, eve yürür. 18 ay kapanır, bilimin çehresini değiştirir.

Kütleçekime açıklık getirdiği "mucizevî yıl" da kendine sorar: Teleskopla bakınca yıldızlar neden gökkuşağı renkleriyle çevrili görünüyor?

Teleskopta mercek –kalınlığı değişen cam disk– kullanılır. Newton daha basit bir şey dener: Kalınlığı değişen üçgen takoz (prizma).

Newton prizmayı Woolsthorpe'da perde arasından süzülen beyaz ışığın önüne yerleştirir. Bir bakar ki karanlık duvara...

... gökkuşağının tüm renkleri yansıyor –kırmızı (İngilizcede; r) turuncu (o), sarı (y), yeşil (g), mavi (b), çivit (i), mor (v).

(Az insan bunu bilir... Roy G. Biv İngiliz romancı Martin Amis'in çizgi romanı *The Information*'daki bir karakterin de adıdır.)

Newton tayf yolu üstüne (ters yönde) ikinci bir prizma yerleştirince renkler mucizevî bir biçimde yeniden birleşip beyaz ışığa dönüşür.

Newton Güneş'ten gelen beyaz ışığın aslında gökkuşağının birbirine geçmiş tüm renklerinden meydana geldiği yönünde doğru bir sonuca varır.

Cam prizmanın yaptığı şey, farklı renkleri farklı miktarda kırarak, beyaz ışığın içindeki renk yelpazesini ortaya çıkarmaktır.

Işık (görülemez küçüklikte) bir dalgadır, her rengin boyutu farklıdır (dalgaboyları). Kırmızı ışığın dalgaboyu, mavinin 2 katı kadardır.

Gökkuşağını yaratan şey, yağmur damlalarıdır. Çok sayıda minicik prizma görevini gören damlalar, beyaz ışığı içindeki renklere ayırır.

Damlanın arka yüzeyi minik ayna işlevi görür. Işık 1 veya 2 kez yansıyıp çıkar: O yüzden sıkça 2 gökkuşağı olur, 2.'nin renkleri tersinedir.

Gökyüzü

Damladan giren ışınla çıkan ışınının arasındaki açı ("gökkuşağı açısı") 42° 'dir. İkinci gökkuşağı için açı 51° 'dir.

Gökkuşağı aslında çemberdir. Ancak araya ufuk girdiği için biz çemberin bir kısmını, yani yarım dairesel kuşağı görürüz.

Newton yıldızları çevreleyen gökkuşağı renkleri sorununu, aynalı mercek kullanarak çözer. "Aynalı teleskobu" icat eder. Dâhiyane!

2. Göküzü neden mavidir?

Hava saydam olduğuna göre, bu sorunun yanıtı hiç de bariz değil!

Göğün neden mavi olduğunun açıklaması, 19. yüzyıl sonunda, İngiliz fizikçi (1904 Nobel Fizik Ödülü sahibi) Lord Rayleigh'den geldi.

1. önemli olgu: Sudaki çember dalgalar gibi ışık da bir dalgadır. Dalganın boyu (dalga boyu) göz için küçük olduğundan bunu anlamak zordur.

2. önemli olgu: Newton'un keşfettiği gibi beyaz ışık, (en kısa dalga boyu) maviden (en uzun) kırmızıya, tüm gökkuşağı renklerini içerir.

3. önemli olgu: Havadaki oksijen/nitrojen molekülleri mavi ışığı kırmızıdan çok daha fazla sapıtacak (saçacak) özelliktedir.

Sonuç: Beyaz ışık havanın içinden geçip yere inerken, özellikle mavi ışık yön değiştirir (saçılır). Ortaya, yaygın bir mavi arka plan çıkar.

Ufukta batan Güneş öa döner çünkü ışık atmosferde daha uzun yol alır. Mavi ışığın %100'ü çıkınca, geriye yalnızca kırmızı kalır.

Atmosferdeki partiküllerin boyu değişirse, göğün rengi de değişebilir. Volkanik patlamadan kirleticiler, tozlar yayılırsa, gök kırmızı döner.

Partiküllerin boyu uygun olsa, Ay bile mavi olur. "Nadiren" anlamına gelen* "Ay maviye döndüğünde" sözü buradan geliyor olabilir.

Mars'ın göğü pembe ya da sarı olabilir çünkü rengi belirleyen tek şey, ince atmosfere toz fırtınalarıyla saçılmış partiküllerin boyutudur.

Dünya atmosferinin yukarılarında Güneş ışığını saçacak moleküllerin sayısı azdır. Bu yüzden gök mavi değil, kapkaradır.

* İngilizcedeki.

3. Dolunay neden doğarken büyük olur?

Kısa yanıt: Aslında büyük değildir. Evet, ufukta, henüz alçaktayken, sahiden de (Güneş gibi) büyük görünür ama bu optik bir yanılsamadır.

İşte kanıtı: Küçük bir madeni parayı kol mesafesinde tutun. Yeni doğan Ay'ın göreceli boyutunu madeni paranın boyutuyla kıyaslayın. Sonra...

... aynı şeyi Ay gökte iyice yükseldiğinde tekrarlayın. Ay'ın boyutunun birebir aynı olduğunu göreceksiniz. Buna "Ay yanılsaması" denir.

Doğan ya da batan Güneş için de aynısı geçerlidir. Ancak Güneş'e uzun uzun bakmadığımızdan bu etkiyi daha çok dolunayda fark ederiz.

Not: Takımyıldızlarda da aynı etki vardır. Büyükeyi, uzak binaların hemen üstüneyken, en tepede olduğundan çok daha büyük gözükür.

Peki, nedir bu etkiyi yaratan? Bilemiyoruz. Belki de göğü %100 küresel olarak değil de (hatalı biçimde) hafif düzmüş gibi algılamamızdır.

Ay yanılsaması okyanus ortasından bakıldığında, çok daha az etkileyicidir. Ufuktaki ağaçların/binaların bu etkide önemli bir yeri olabilir.

Ay'ın büyük görünmesinin en olası nedeni, gerçek boyutunu çok iyi bildiğimiz uzak nesnelerle aynı görüş alanı içinde yer almasıdır.

Ay yanılsaması bir akıl yanılsaması ise, ağaç gibi tanıdık nesnelere sıradışı biçimde bakıp zihnimizi yanılttığımızda, yanılsama kaybolmalı...

Eğilerek yükselen Ay'a bacaklarınızın arasından bakın. Her şey ters ve sıradışı görünür. Ay yanılsamasıysa neredeyse tamamen ortadan kalkar.

Evren Tweetlendi

Aslında ufuktaki Ay, tepenizdeki Ay'dan azıcık daha "küçüktür".
Düşünün ki Ay o konumda, bir yerküre çapı kadar daha uzaktadır.

Öte yandan, her dolunay aynı büyüklükte görünmez çünkü Ay'ın eliptik yörüngesi, Dünya-Ay arasındaki mesafede büyük değişiklikler yaratır.

Unutmayın: Ay aslında gökte çok küçük bir cisimdir. Ressamlar tablolarında onu daima olduğundan çok daha büyük resmederler.

4. Ay'ın neden evreleri vardır?

Ay'ın sürekli değişen görünümü: Yeniay, ilk dördün, dolunay, son dördün. Tam döngünün tamamlanması yaklaşık 29,5 gün sürer (kamer ayı).

Önemli olgu: Güneş'in aksine Ay kendi ışığını yaymaz. Sadece Güneş aydınlatığı zaman görülür; o zaman Güneş'in ışığını yansıtır.

"Evreleri" yaratan şey, Güneş'in aydınlatma oranındaki değişiktir. Ay yüzeyinin bazen büyük, bazen de küçük bir kısmı aydınlanır.

Dünya gibi Ay'ın da (Güneş'e bakan) aydınlık ve karanlık bir yüzü vardır. Hep yarı ışıklıdır; daimi karanlık yüzü yoktur (kusura bakma Pink Floyd!).

Ay ile Güneş hemen hemen aynı yöndeyken, Ay arkadan aydınlanır. Biz Dünya'dan onun karanlık yüzünü görürüz. Buna Yeniay denir.

Bir hafta kadar sonra Ay yörüngesinin ilk %25'lik kısmını tamamlamış olur. Güneş Ay'ı batıdan aydınlatır. Biz (İlk Dördün) Yanmayı görürüz.

Bundan bir hafta sonra Ay Güneş'e ters yöndedir. Biz Dünya'dan onun aydınlanan bölümünü görürüz. Buna dolunay denir.

Nihayet yörüngesinin %75'ini (Son Dördün) tamamlayan Ay, doğudan aydınlanır. Batıya bakan yarımküresi şimdi karanlıktır.

Hatırlatıcı not: İlk Dördünde Ay sadece gecenin ilk yarısında, Son Dördünde ise sadece gecenin ikinci yarısında görülür.

Ay dolunayken Güneş'in tam karşısındadır, bu yüzden gün batımı civarında doğar, gün doğumu civarında batır. Yani tüm gece görülebilir.

Ortalama Ay döngüsü 29 gün, 12 saat, 44 dakika, 2,9 saniyedir. Yahudi/İslami takvimler halen kamer ayını temel alır.

Ay'dan bakınca Dünya da evrelerden geçer. Ay'daki bir astronot Yeniayda Dünya'yı tam daire biçiminde görür, bunun tersi de geçerlidir.

5. Ay tutulması nedir?

Ay tutulması Dünya, Ay'a düşen Güneş ışığını engellediğinde olur. Özellikle ürkütücü kızıl rengi yüzünden, hayli etkileyici bir fenomendir.

Ay tutulması için Dünya'nın Güneş ile Ay'ın arasında olması gerekir. Dolayısıyla, Ay tutulması sadece dolunay zamanında gerçekleşebilir.

Ay yörüngesi Dünya ekvatoruna hafifçe eğimlidir. Dolunay Dünya "gölgesinin" biraz altından veya üstünden geçtiğinde, Ay tutulması olmaz.

Tam Ay tutulması: Dolunay önce Dünya'nın dış, yani "yarı gölgesine" girer; Güneş ışığının yalnız bir kısmı engellenir. Ay "bulanık" görünür.

Ardından Ay merkezî, yani "tam gölgeye" girer. Ay'dan küçük bir dilim kaybolur, o dilim giderek büyür. Sonunda Ay tamamen tutulur.

İlginçtir ki yüzeyine doğrudan Güneş ışığı düşmese bile Ay tamamen gözden kaybolmaz. Onun yerine koyu turuncu-kızıl bir renkle ışıldar.

Tutulan Ay'ın kızıl görünmesinin nedeni, Dünya atmosferinden geçen Güneş ışıklarıdır. Hava molekülleri gölgeye biraz ışık "saçar".

Anlamak için: Tam Ay tutulmasında Ay'da olduğunuzu düşünün. Dünya'nın gölgesindeyiz, yani Güneş Dünya tarafından engelleniyor/görünmüyor.

Ama Dünya karanlık olsa da çevresindeki atmosfer gün batımı gibi kızıl bir halkayla ışıldıyor. Sonuç: Ay, hafif kırmızı bir renk alıyor.

Ay tutulmasında dolunay önce sönük, sonra karanlık ve kızıl olur. Pek çok yıldız görünür hale gelir. Tam evre 1 saat 40 dakika sürebilir.

Bazı Ay tutulmaları parçalıdır (Ay'ın bir parçası tam gölgenin içinden geçer) ya da gölgelidir (hemen hemen görülmez niteliktedir).

Tam Ay tutulması: 10 Aralık 2011 (Asya, Avustralya), 15 Nisan 2014 (Amerika kıtası, Avustralya), 8 Ekim 2014 (K. Amerika, D. Asya, Avustralya).

6. Tam Güneş tutulması nedir?

Tam Güneş tutulması hiç şüphesiz tanıklık edebileceğiniz en muhteşem doğa fenomenidir. Görmeden asla ölmeyin.

Güneş tutulması, Ay Güneş'in önünden geçerken olur. Ay'ın Dünya ile Güneş arasında olması gerektiğinden, bu ancak Yeniayda gerçekleşebilir.

Her Yeniayda tutulma olmaz. Ay'ın yörüngesi hafifçe eğik olduğundan, bu evrede Ay genellikle Güneş'in altından ya da üstünden geçer.

Tutulmada, Ay'ın gölgesi dar enli "tam tutulma" hattını izleyerek, Dünya üstünden geçer. Bunu görmek için doğru zamanda, doğru yerde olun.

Parçalı evre sırasında Ay, Güneş diskinin genişçe bir alanını örter. Sonunda sıcaklık düşer, ışık tuhaflaşır, hayvanlar tedirginleşir.

Son anlarda gölge yerde hızla ilerler, gezegenler gündüz vakti görünür, son Güneş ışığı "elmas halkanın" üstünde bir mücevher gibi ışıldar.

Ardından karanlık çöker, parlak yıldızlar görünür. Etrafı, Güneş'in dış atmosferi koronayla çevrili olan Ay, gökte kara bir deliği andırır.

Tam tutulma sadece birkaç dakika sürer. Müthiş duygusal bir olaydır (ağlayan bile olur!). Tutulma sonundaki ilk Güneş ışığıyla büyü bozulur.

Tam Güneş tutulması, kozmik rastlantının sonucudur. Güneş Ay'ın 400 katıdır ama 400 kat uzakta olduğundan, Ay'la aynı büyüklükte görünür.

Bazen Ay Dünya'dan ortalamanın üstünde uzaklaşır. Görünür boyutu küçülünce Güneş'i tam örtemez. O zaman tam değil, "halkalı" tutulma olur.

Tam Güneş tutulması: 13 Kasım 2012 (K. Avustralya, Pasifik), 20 Mart 2015 (K. Atlantik, Svalbard), 9 Mart 2016 (Endonezya, Pasifik).

7. Neden yazlar sıcak, kışlar soğuk olur?

Dünya yörüngesi kusursuz çember değildir. Hafifçe basıktır (elips). Yani, Güneş'e olan uzaklık değişir. Bununsa mevsimlerle ilgisi yoktur!

Olsa, Dünya'nın her yerinde mevsimler aynı olurdu. Oysa kuzey yarımkürede mevsim yazken, güneyde kışır ve bunun tersi de geçerlidir.

Mevsimlerin asıl nedeni yer kürenin dönme eksenindeki eğiktir. Sınıflardaki Dünya maketlerinde olduğu gibi, yer küre 23,5 derece yatıktır.

Haziran'da kuzey yarımküre Güneş'e doğru eğilir, güney yarımküre Güneş'ten uzağa. Altı ay sonra (Aralık) bunun tersi olur.

Yazın günler gecelerden uzundur. Güneş de gökte daha çok yükselerek, yeri daha fazla ısıtır. Net sonuç: Daha yüksek sıcaklık.

Kışın geceler günlerden uzundur. Güneş ufkun üstünde fazla yükselmez ve yer küre yüzeyini önemli ölçüde ısıtmaya yetecek kadar gücü olmaz.

Kuzey yarımküre gün ışığını en çok 21 Haziran, yaz ortası gününde (yaz gündönümü); en az 21 Aralık, kış ortası gününde (kış gündönümü) alır.

Okyanus ve atmosfer gün ışığı değişikliğine daha yavaş tepki verdiği için, en sıcak/en soğuk aylar aslında yaz/kış gündönümleri sonrasındır.

20 Mart ve 22 Eylül civarında Güneş ekvatorun tam üstündedir. Bahar/sonbahar ekinoksu. Gece ve gündüzün uzunluğu her yerde aynıdır.

Ekseni eğik olan her gezegenin mevsimleri vardır. Mars mevsimleri bizimki gibi (benzeri bir eğim) ama daha uzundur (uzun yörünge periyodu).

Ama Güneş'e uzaklıktaki değişim Mars'ta daha büyük bir rol oynar çünkü Mars yörüngesi Dünya'dan eliptiktir. Mevsimleri de daha şiddetli.

8. Takımyıldız nedir?

Ön binlerce yıl önce insanlar gece gökyüzüne bakıp rastgele dağılmış yıldızların belli birtakım şekiller oluşturduğunu hayal ettiler.

Bazı yıldız grupları boğa, köpek, ayı ve yılan gibi hayvanları andırıyordu. İşte takımyıldızlar böyle doğdu.

Sonraları başka yıldız gruplarına tanrı ve mitolojik varlık isimleri verildi. Romalı âlim Batlamyus (MS 90-168) 48 takımyıldız listeledi.

En ünlüleri: Büyükayı, Avcı, Aslan, Kuğu, Boğa, Koltuk, İkizler, Herkül.

16. yüzyıl sonlarında Hollandalı denizciler güney göğünü haritalayarak listeye Tukan & Cennetkuşu gibi yeni takımyıldızları eklediler.

Daha sonra kuzey yarımküreye Tilkicik & Kertenkele gibi yeni ve ilk bakışta göze çarpmayan takımyıldızlar eklendi.

1930'dan bu yana 88 takımyıldız tanımlandı. Gece göğünün her bir alanında takımyıldızlar belirlendi.

Takımyıldızın yıldızları birbirine çok uzak olabilir ve genelde bağlantısızdır. Yani takımyıldızlar "görünürde" belirlenmiş gruplardır.

Yakın bir yıldız ile ultra uzak bir gökada, gökyüzünde komşu olduğu sürece, aynı takımyıldıza dâhil olabilir.

Yıldızların gökteki düzenli hareketinin sonucu olarak takımyıldızların görünümü, Dünya'dan bakıldığında bile zaman içinde çok yavaş değişir.

Bazı takımyıldızlar daima görünür, bazılarıysa (ekvatordakiler hariç kimsenin gözüne) görünmez. Çoğu sadece belli bir mevsimde görünür.

İnkalar & Aborjinler "karanlık bulut takımyıldızlarını"; Jaguar gibi, bir hayvanı andıran, Samanyolu'nun kara toz bulutlarını belirlediler.

9. Zodyak nedir?

Güneş, Ay ve gezegenler, fondaki sabit yıldızların önünde hareket edip durur. Diğer bir deyişle, bir takımyıldızdan diğerine yol alır.

Güneş söz konusu olduğunda, arka plandaki takımyıldızlar görülmez elbette. Ancak Güneş'in rotası yine de gözlemlerle çıkarılabilir.

Güneş, Ay ve gezegenlerin gökte rastgele dolaşmadıkları ortaya çıkar. Örneğin bunlar, asla Büyükayı'nın ya da Avcı'nın içinde gözükmezler.

Aksine, Güneş, Ay ve gezegenlerin hareketi daima gökyüzünde dönen 12 takımyıldızla sınırlıdır: Zodyak takımyıldızları.

Zodyak takımyıldızları şöyle bilinir: Koç, Boğa, İkizler, Yengeç, Aslan, Başak, Terazi, Akrep, Yay, Oğlak, Kova, Balık.

"Zodyak" adı "Zoo" ile ilintili olsa da, takımyıldızların hepsi hayvan değildir. Çoğu insandır. Hatta Terazi cansızdır.

Güneş'in Zodyak içinde yıllık izlediği (ve Dünya'nın yörüngesel hareketini yansıtan) rota, "ekliptik" denen bir çemberdir.

Ekliptik uzun zaman önce aşağı yukarı (farklı boyutlardaki) takımyıldızlara karşılık gelen 12 eşit bölüme (Zodyak burçları) ayrıldı.

Astrolojiye göre (batıl bir inanç) insan karakterini belirleyen şey, Güneş, Ay ve gezegenlerin doğum anında Zodyak burçlarındaki konumudur.

Aslında, Dünya eksenindeki yavaş yalpalama yüzünden burçlar ve takımyıldızlar artık eşleşmez; 2100 yılda bir, bir takımyıldızlık kayma olur.

* Hayvanat bahçesi.

Göküzü

Ayrıca ekliptik (Güneş'in rotası), Zodyak dışı bir takımyıldız olan Yılançı'dan geçer ki Yılançı da astrolojide herhangi bir rol oynamaz.

Zodyakta bazı parlak yıldızlar yer alır: Aldebaran (Boğa), Kastor ve Polluks (İkizler), Regulus (Aslan), Spika (Başak), Antares (Akrep).

Böylece Ay ve/veya gezegenler bu yıldızlardan biriyle sık sık güzel "kavuşum"lar yaşar. Hatta bazen Ay yıldızları gizler.

10. Samanyolu nedir?

Samanyolu gece boydan boya göğşe yayılan, donuk ışık bandıdır. Sadece (şehir dışında) karanlık yerlerden, berrak, aysız gecelerde görülür.

Yunan mitolojisine göre Samanyolu*, Herakles'i emziren tanrıça Hera'nın saçtığı süttür. Romalılar ona Via Lactea derdi.

Norveç mitolojisinde hayalimsi Samanyolu (Vintergatan, yani Kış Sokağı) Valhalla'ya (öbür dünya) giden ölü ruhların geçtiği yoldur.

Teleskopla Samanyolu'nu ilk inceleyen Galileo Galilei'ydi (1564-1642). Sayısız sönük yıldızdan oluştuğunu keşfettiğinde çok şaşırılmıştı.

William Herschel (1738-1822) ile Jacobus Kapteyn (1852-1922) yıldızları sayarak Samanyolu'nun boyutunu ve 3D şeklini belirlemeye çalıştı.

Artık biliyoruz ki Samanyolu dev, yassı, sarmal kollu, yıldız dolu bir disk. Güneş diskin dış bölgelerinde, merkezi düzleme yakın konumda.

Peki, neden Samanyolu'nu göğşe yayılmış bir ışık bandı gibi görüyoruz? Benzetme: Büyük bir kentin, binalar şeffaf banliyösünde yaşıyorsunuz...

Şehir engebesiz olduğundan gece gördüğünüz ışıkların çoğu (yatay) bir bant biçiminde uzanıyor, ana yoğunluksa şehir merkezi yönünde.

Yukarı/aşağı bakınca tek tük ışıklar görürsünüz (yüksek binalar, metro durakları). İşte Samanyolu da yassı bir yıldız diskinin izdüşümüdür.

* Samanyolu'nun İngilizcesi Milky Way Sütü Yol, Sütten Yol anlamına gelir.

Göküzü

Herschel ile Kapteyn'in boyutsal tahmini çok küçüktü. Güneş'i de Samanyolu merkeze yakın sanmışlardı. Işık emici tozlar onları yanıltmıştı.

Sisli bir gecede kent banliyösünde olmak gibidir bu: Sadece belli mesafedeki ışıkları görebilirsiniz, kendinizse sanki merkezdesinizdir.

Samanyolu'nun gerçek boyutu, sarmal yapısı ve dinamikleri, toz engeli olmadan ancak radyo astronominin (1950'ler) gelişimiyle ölçülebildi.

11. Kayan yıldız nedir?

Gece göğe 15 dakika bakarsanız yıldızların arasından geçen bir şey görürsünüz. Kırışıyorsa ve kırmızı ışıklıysa muhtemelen hava aracıdır.

Parlak turuncu/yavaş hareket mi? Tai-stili, gök feneri grupları. Dakikalarca görülen istikrarlı hareket mi? Dünya yörüngesindeki yapay uydu.

Venüs kadar parlak mı? Muhtemelen Uzay İstasyonu (ISS). Kişiselleştirilmiş, konum tabanlı uyarılar için Twitter'da @twisst'i takip edin.

Ancak gökten hızla geçen ve bir-iki saniye kadar görülebilen yıldızimsi cisim çok büyük ihtimalle bir meteor, yani "kayan yıldız"dır.

Gerçek yıldızlarla ilgisi yoktur. Meteor adından da anlaşılacağı gibi (meteorolojiyi düşünün) Dünya atmosferinde ~80 km kadar yüksekte olur.

Nedeni? Uzaydan gelen kum tanesi/taşların (yaklaşık 11 km/sn ile) atmosfere girmesi. Havayla sürtünme sonucu ısınarak akkor halini alır.

Taş ne kadar büyükse meteor o kadar parlak olur. En parlaklarına ateş topu denir. Geride onlarca saniye süren silik bir iz bırakabilir.

Yeterince büyükse yanık kalıntısı "göktaşı" biçiminde yere düşebilir. Kara (Antarktika) veya çöle (Sahra) düşmediği sürece bulunması zordur.

Meteorlar sıkça Güneş yörüngesinde toz kaybeden kuyruklu yıldızlarla bağlantılıdır. Dünya toz bulutunun içinden geçerse meteor yağmuru olur.

Gökqüzü

Meteor yağmurunda meteorlar tek yerden geliyor gibidir: Radyan noktası. Benzeri perspektif efekti kar fırtınasında araba sürerken de oluşur.

Meteor yağmurları her yıl aynı tarihlerdedir. Ünlü: Perseid*, 12/13 Ağustos gibi. İsmi Perseus takımyıldızındaki radyan noktasından alır.

Diğerleri: Quadrantids (4 Oca), Lyrids (22 Nis), Draconids (9 Eki), Orionids (22 Eki), Taurids (6 Kas), Leonids (17 Kas), Geminids (14 Ara).**

* Türkçe ismi: Kahraman.

** Türkçe isimleri, yukarıdaki sırayla: Dörtlük, Çalgı, Ejderha, Avcı, Boğa, Aslan, İkizler.

12. Gökte kaç yıldız görebilirim?

Duruma bağlı. Bulutsuz, ayışksız bir gecede, şehir ışıklarından uzakta, çıplak gözle birkaç bin yıldız görülebilir.

Büyük şehirde sadece en parlak yıldızlar görülebilir. Daha sönük olanlar ışık kirliliği içinde kaybolur; (amatör) gökbilim için bir dert.

Yunanlı gökbilimciler yıldızları parlaklığa (kadir) göre sıraladılar. En parlaklar 1. derece, çıplak gözle görülen en sönükler 6. derece.

Kadir derecelendirmesi hâlâ kullanımda ama hata oranı azaltıldı. 5 derecelik fark 100 kat parlaklığa karşılık gelir (1 derece 2,512 kat).

Ayrıca en parlak yıldızların 1. dereceden daha parlak oldukları ortaya çıktı. Yıldız parlaklığı bugün 0,01 derecelik hassasiyetle ölçülüyor.

Betelgeuse: 0,50 kadir, Vega: 0,03 kadir, Sirius (en parlak yıldız): -1,46 kadir. Eksiler daha büyük parlaklığı ifade eder (Güneş: -26,8).

Sadece 50 yıldız 2. dereceden daha parlaktır (şehirden görülür); 500'ü 4.; 5.000'i ise 6. dereceden parlaktır (çıplak gözle görülme sınırı).

Teleskopla görülebilen yıldız sayısı hayli arttırılabilir. Küçük amatör teleskoplar 10. kadirden yıldızlar kadar sönükleri bile gösterir.

Hubble Uzay Teleskobu 30. kadirden yıldızları gözler önüne serdi. Bunlar gözün görebileceğinden birkaç milyar kat daha sönük yıldızlardı.

"Görünen kadir" mesafeye bağlıdır. Betelegeuse yakındaki Sirius'tan daha sönük gözükür, oysa gerçekte daha fazla ışık yayar.

"Mutlak kadir" yıldızın gerçek parlaklığının ölçüsüdür. Gök cisminin 10 parsek (32,6 ışık yılı) uzakta olmasıyla görüneceği parlaklıktır.

Betelgeuse'ün mutlak kadiri -5,1'dir. Sirius: +1,43. Dolayısıyla Betelgeuse Sirius'tan birkaç yüz kat daha parlaktır.

Dünya

13. Dünya'nın yuvarlak olduğunu nereden biliyoruz?

İlk bakışta anlaşılmaz. Dağ gibi çıkıntılar dışında düz görünür ama bunun nedeni büyüklüğü yüzünden eğiminin algılanamamasıdır.

Yuvarlaklığının birçok kanıtı vardır. Gemiler ufukta halen büyükçe görünerek kaybolur. Dünya düz olsa önce küçülüp noktaya dönüşürlerdi. Ve...

... Ay tutulması esnasında Güneş ile Ay arasından geçen Dünya'nın Ay'a düşen gölgesi kavislidir. Ve...

... İnsan denizde ya da uçarak aynı yönde yeterince giderse sonunda başlangıç noktasına döner. Ve...

... Herhangi 4 şehir arası -1. ila 2. / 2. ila 3. vb- karşılıklı havayolu mesafesi bile yuvarlaklığı ele verir. Düz olsa farklı olurdu. Ve...

... Dünya'nın uzaydan -özellikle de Ay'dan- çekilmiş çok sayıda fotoğrafı gezegenimizin kesinlikle yuvarlak olduğunu ortaya koyar!

İskenderiye Müzesi kütüphane şefi Eratosthenes MÖ 240'ta yerkürenin büyüklüğüne dair tahminde bulunan ilk kişi oldu.

Yaz gündönümünde Syene'deki (Asuan) dikey sütunun hiç gölgesi olmaz çünkü Güneş tam tepededir. Oysa İskenderiye'deki sütunun gölgesi vardır.

Güneş'in İskenderiye'deki sütundan 7°'lik açıda olduğu anlaşılır; dairenin 1/50'si kadar. Syene ile İskenderiye arası mesafe bilindiğinden...

... Eratosthenes Dünya'nın çevresini sadece 1.000 km eksik olarak, yaklaşık 39.000 km diye hesaplar.

Dünya aslında kusursuz bir küre değildir. Ekvatorda yer, saatte yaklaşık 1.700 km ile döner. Gezegenin bel kısmı dışarı doğru çıkıntılıdır.

Yerkürenin eriyik iç kısmındaki eşitsiz dağılım da kabuğun ortalama seviyesinde dalgalanma yaratarak "geoit" denen yumrulu şekle neden olur.

14. Ayaklarımız neden yere yapışık?

Tek kelimeyle kütleçekim! Kütleçekim tüm kütleler arasındaki evrensel çekim kuvvetidir. Bildiğimiz kadarıyla evrendeki her şey onu hisseder.

Sizinle yanınızda duran herhangi biri arasında veya sizinle cebinizdeki madeni paralar arasında bir çekim kuvveti vardır.

Ancak kütleçekim nispeten zayıf bir kuvvettir. Kolunuzu öne uzatın. Dünya'nın içerdiği tüm maddenin toplam kütleçekimi kolunuzu indiremez.

Kütleçekim kuvveti, zayıf da olsa, kütleyle birlikte artar. Etkisi küçük cisimlerde az, büyüklerde ise çoktur: Dünya, Güneş, gökada.

Not: Kütleçekim karşılıklıdır. Dünya'nın sizi çekimi = Sizin Dünya'yı çekiminiz. Dünya az etkilenir çünkü büyüktür, zor hareket ettirilir.

İri kadınları çekici bulduğunu ama onlar tarafından çekici bulunmadığını söyleyen adam aslında kütleçekimle ilgili esaslı bir söz etmişti!

Yerkürenin kütleçekimi ayaklarımızı sıkı sıkıya yere yapışık tuttuğu gibi Ay'ı da Dünya çevresinde durmaksızın dönecek bir kapanda tutar.

Newton Ay'ın deviniminden şunu buldu: Kütleçekim, kütleyle uzaklığın karesi kadar zayıflar. $2x$ uzaklık = $4x$ zayıf; $3x$ uzaklık = $9x$ zayıf.

Newton, kütleçekimin “ters kare yasası” etkisindeki gezegenin, Johann Kepler'in gözlemlediği gibi eliptik yörüngesi olacağını da kanıtladı.

Newton aslında kütleçekimin davranışını “tanımlamış” oldu. Daha iyi bir tanımsa Einstein'dan geldi: Genel görelilik teorisi (1915).

Einstein'ın teorisine göre madde (enerji) uzay-zamana nasıl “büküleceğini” söyler; bükülen uzay-zaman da maddeye nasıl hareket edeceğini.

Böylece Dünya, trampolin üstündeki bir bowling topu gibi uzay-zamanda bir çukur yaratır. Diğer kütleler de (örneğin, biz) onun içine düşer.

Kütleçekim *nedir*: Einstein da Newton da yanıtlamadı. Tenis maçındaki top gibi, karşılıklı bir parçacık (graviton) alışverişi olabilir.

Sorun: Tüm kahramanca çabalara rağmen kimse kütleçekimi gravitonla tanımlayamadı. "Kuantum" kütleçekim teorisi tanımsızlığını koruyor.

15. Dünya neden özel?

Üç sebepten: Yaşam, yaşam, yaşam. Dünya biyolojisiyle gururlanan tek gezegendir ama yaşamla ilintili olabilecek başka özellikleri de vardır.

İç Güneş Sistemi'deki dört kayalık gezegen içinde yüzeyinde su olan tek gezegen Dünya'dır; bu yaşamın doğması ve devamı için önemlidir.

Oluşumlarının ardından Venüs ve Mars'ta muhtemelen su vardı. Okyanusları buharlaşan Venüs (Güneş'e yakın) tam bir "sera" gezegene dönüştü.

Dünya'dan daha küçük olan Mars, ısını daha çabuk kaybetti. Ayrıca atmosferi/su buharı da uzaya kaçtı. Kalan su dondu.

Dünya büyüklük/Güneş'e uzaklık açısından idealdi. Güneş'e daha yakın olsa Venüs gibi çok sıcak, daha küçük olsa Mars gibi çok soğuk olurdu.

Dünya ayrıca büyük bir uydusu olan tek gezegendi. Ne zaman eksenini kaysa, ayın kütleçekimi onu düzeltti ve iklimi yaşama elverişli kıldı.

Radyoaktivite yer çekirdeğini eriyik tuttu. Yavaş ve yüklü akıntılar = manyetik alan: Ve yaşam Güneş/uzayın yıkıcı parçacıklarından korundu.

Son olarak Dünya Güneş Sistemi içinde, atmosferde CO₂ birikimini engelleyen tektonik plakalara (bkz sonraki sayfa) sahip tek gezegendi.

Biyoloji ve jeolojinin işbirliğiyle yaşanabilirliğin sürdüğü Dünya, dev bir "kendini dengeleyen karmaşık sistem" (Gaia hipotezi) olabilir.

16. Tektonik plaka (levha) nedir?

İngiliz Francis Bacon 1620'de Afrika ve Güney Amerika kıyılarının yap-boz parçaları gibi birbirine uyduğunu fark etti.

20. yüzyıl başında Alman Alfred Wegener kendine sordu: Kıtalar geçmişte birleşik olup sonradan ayrılarak birbirinden uzaklaşmış olabilir mi?

Wegener 1930'da, Grönland'a yaptığı yolculukta öldü. Ne yazık ki tartışmalar yaratan "kıtasal sürüklenme" fikrinin ulaştığı zaferi göremedi.

20. yüzyıl sonlarına gelindiğinde, Wegener'in büyük fikri doğrulandı ve geliştirilerek modern "plaka tektoniği" teorisine dönüştürüldü.

Yerin kabuğu (litosfer) eriyik magma üstüne yüzer. 2 tip kabuk vardır: Okyanus – ince/yoğun; kıta – kalın/hafif, daha yüksekte yüzer.

Litosfer "plakalara" bölünmüştür. İki kıta plakasının çarpıştığı yerde kabuk yukarı doğru kıvrımlanarak, Himalayalar gibi dağları oluşturur.

Kıta ve okyanus plakaları çarpışırsa, okyanus plakası alta dalarak plakayı yukarı kıvrır. Sonuç: Dağlar (Andlar) & volkanlar (sürtünmeyle).

Plakalar "Okyanus ortası sırtları"nda ayrılınca, lavlar boşluğu doldurup yeni kabuk oluşturur. Okyanus yayılır. Atlantik eskiden göldü.

İlginçtir bugün Afrika'da yeni bir okyanusun doğduğunu görüyoruz. Etiyopya, Afar'da 3 plaka birbirinden uzaklaşıyor. Boşluk suyla dolacak.

Plaka tektoniğine göre 250 milyon yıl önce Dünya'da tek bir "süper kıta" vardı (Pangaea). Onun bölünmesi bugünkü kıtaları yarattı.

Tektonik plakaların ardındaki itici güç, sıcak magmanın yükselmesi ve soğuk magmanın yerküre içinde batmasıdır; tencerede ısıtılan su gibi.

Bu kaynağı: Kayaç radyoaktivitesi. Başta bu yerküreyi eritti, yoğun demir batarak çekirdeğe indi, hafif kayaç (litosfer) yüzeye sürüklendi.

Litosferin ilk başta neden plakalara ayrıldığı bilinmiyor. Sadece yerkürenin soğuyup büzüşmesi bile olabilir. Ya da uzay kaynaklı bir etki.

Plaka hareketini kolaylaştırmada sıvı su hayati rol oynar. Yaklaşık Dünya büyüklüğünde ama susuz olan Venüs'te tektonik plaka yoktur.

17. Dünya'nın içi neden eriyik?

Aslında değil. En azından merkezde değil. Yerkürenin iç çekirdeği katı, dış çekirdeği sıvıdır. Her ikisi de demir ve nikelden meydana gelir.

Demir normalde 1536 °C'de erise de maddelerin ergime noktası, basınçla birlikte yükselir. İç çekirdeğin yüksek basıncında demir erimez.

Katı iç çekirdeğin çapı 2340 km; Ay'ın %70'idir. Sıcaklık: 5430 °C. Basınç: ~350 gigapascal (3,5 milyon atmosfer).

Eriyik dış çekirdek yaklaşık 2250 km kalınlıkta bir tabakadır. Sıcaklık 4400 ila 6100 °C arasındadır. Muhtemelen sülfür ve oksijen içerir.

Dış çekirdekteki akım taşıyan akıntılar Dünya'nın manyetik alanını oluşturur. Çekirdeğin tamamı katı olsa Dünya'nın manyetik alanı olmazdı.

Dünya "farklılaşmış" bir nesnedir: Ağır elementler (demir, nikel) kütleçekim yüzünden merkeze çökmüştür. İç yapısı "katmanlıdır".

Peki, Dünya'nın içi neden bu kadar sıcak? İki sebepten: Oluşum sürecinden arta kalan ısı ve radyoaktif elementlerin bozunumundan gelen ısı.

Dünya ilkel gezegenlerin çarpışıp birleşmesiyle oluştu. Bolca ısı üretti. İlk başlarda tamamen eriyikti, bu da farklılaşmayı mümkün kıldı.

Radyoaktif elementler (uranyum, toryum, potasyum) zamanla bozunup daha hafif elementlere dönüşerek yer çekirdeği ve mantosunda ısı üretti.

İç ısıyı soğuk uzaya kaçan yerküre yavaş yavaş soğudu. Ama: Büyük gezegen küçük gezegenden daha çok (iki kaynaktan da gelen) ısı barındırır.

Ayrıca iri cismin hacmine kıyasla ısı kaybetme alanı daha küçüktür. Daha ağır soğur. Aynı nedenle yetişkin bebekten daha yavaş serinler.

Tüm jeolojik faaliyetlerin (volkanlar, depremler, dağ oluşumu) ardında yatan güç, yerküre içinden yüzeye doğru akan ısıdır.

18. Dünya'nın yaşını nereden biliyoruz?

Dünya'nın yaşı sorusu Güneş'in yaşıyla bağlantılıdır çünkü Güneş Dünya'dan genç olamaz (yoksa Dünya katılışp donardı).

Güneş'in ne zamandır parladığı ise ne kadar ısı yaydığıyla –19. yüzyıl başlarında ölçümü yapıldı– ve enerji kaynağıyla ilintilidir.

19. yüzyılda, buhar üstüne kurulu bir dünyada fizikçilerin şunu sorması doğaldı: Güneş yanmakta olan devasa bir kömür parçası mı?

Güneş boyutunda bir kömür parçası –tüm kömür parçalarının anası– Güneş'in yaydığı ısıyı yaymayı ne kadar sürdürebilir? 5000 yıl kadar.

5000 yıl İrlandalı Başpiskopos Ussher için bile kısaydı. İncil temelli hesabına göre Dünya 23 Ekim Pazar, 09.00'da, MÖ 4004'te yaratılmıştı.

Yerbilim ve canlı bilimi bize Dünya'nın yaşının en az yüz milyonlarca yıl olması gerektiğini söyler. Dağların yükselmesi ve...

... canlıların ortak atadan evrilmesi çağlar sürmüştür. Fiziğin de Dünya'nın yaşı konusunda söyleyecek önemli bir sözü vardır...

Kayalardaki radyoaktif uranyum, bilinen bir oranla kurşuna bozunur; aradaki oran "saat" gibi kullanılır. Dünya'nın yaşı milyarlarca yıldır.

Amerikalı fizikçi Bertram Boltwood 1907'de Sri Lanka kayalarına radyoaktif tarihlleme uyguladığında 2,2 milyar gibi okkalı bir yaş elde etti.

Aslında bulunan en eski kayalar 4 milyar yaşındadır ama Dünya'nın doğal olarak daha yaşlı olması gerekir. Peki, ne kadar yaşlı?

En iyi yaş tahmini göktaşlarından, yani Güneş Sistemi'nin oluşumundan kalma yapı taşlarından elde edilir: 4,55 milyar yıl.

Evren Tweetlendi

Diğer bir deyişle Güneş ile Dünya'nın yaşı, 13,7 milyar yıl önce Büyük Patlama'yla ortaya çıkan evrenin üçte biri kadardır.

Güneş kömürden ibaret olsa yanacağından, milyon kat daha uzun yanıyor. O halde enerji kaynağı da kömürden milyon kat daha konsantre olmalı.

Kömürden milyon kat konsantre bir enerji kaynağı vardır: Nükleer enerji. Güneş füzyonla hidrojeni helyuma dönüştürür. Yan ürün: Güneş ışığı.

19. Bizi uzayın tehlikelerinden koruyan şey nedir?

Uzay tehlikeli bir yerdir. Öldürücü radyasyon ve parçacıklarla, göktaşlarıyla ve katil asteroitlerle dolu, muazzam soğuk bir boşluktur.

Dünya bu kozmik tehlikelere karşı nispeten güvendedir. İnce bir hava tabakası (atmosferimiz) ve görünmez bir manyetik alanla korunuruz.

Proton (hidrojen çekirdeği) gibi yüklü parçacıklarla elektronlar uzayda ışık hızına yakın hızla gider. Yüksek enerjileriyle tehlikelidirler.

Onları üreten Güneş (Güneş rüzgârı/fırtınası), süpernovalar ve vahşi "aktif" gökadalardır. Bu tür parçacıklara kozmik ışınlar denir.

Ay'a veya Mars'a giden astronotlar dev Güneş patlamasından gelen radyasyonla ölebilir veya kozmik ışınlarla cilt kanserine yakalanabilirler.

Dünya'nın manyetik alanı bu parçacıkları saptırdığından çoğu bize ulaşmaz. (Küçük manyetik alanlı) Ay ve Mars daha tehlikeli yerlerdir.

En ölümcül yüksek enerjili radyasyon (UV, X-ışınları, çoğu Güneş'ten) hava moleküllerince emilir. Aksi takdirde onlar da kansere yol açardı.

Küçük göktaşları atmosferde yavaşlar, ısınır ve buharlaşır. Havasız Ay'da ise küçük taşlar uzay giysisinde/uzay üssünde delikler açabilir.

Yine de Dünya'daki yaşamı tehlikeye sokabilecek pek çok kozmik olay vardır. Ama bunların insan ömrü içinde meydana gelme olasılığı düşüktür.

Çok büyük bir Güneş patlaması elektrik santrallerini eritip grid sistemlerini ve iletişim ağlarını çökerterek geniş çaplı kaos yaratabilir...

Veya Dünya'ya asteroit/kuyruklu yıldız düşebilir. 1 km'lik bir cisim bir kıtayı mahveder, 10 km'lik bir cisimse küresel felaket yaratabilir.

İyi (denebilecek) bir haber: Radyasyon kaynaklı genetik mutasyonlar da kozmik çarpışmalar da evrimi tetikler. Onlarsız biz burada olmazdık.

20. Buzul çağlarına yol açan şey nedir?

Kimse kesin olarak bilmiyor. Muhtemelen tek bir şey değildir. Yerküre ikliminin uzun süreli değişimi henüz çok iyi anlaşılmış değil.

Buzul çağının jeolojik kanıtları ilk kez 19. yüzyıl başlarında elde edildi. Bu çağların tekrar ettiği fikri ancak 1870'lerde ciddiye alındı.

Dünya son 2,5 milyar yılda en az beş büyük buzul çağı yaşadı. Çoğu on ya da yüz milyonlarca yıl sürdü.

En şiddetlisi: Tüm Dünya'nın buzla kaplandığı 850-360m yıl öncesi. Bu "kartopu Dünya" süreci muhtemelen dev volkanik faaliyetlerle sonlandı.

Şimdiki (Pleistosen) buzul çağı 2,58m yıl önce başladı. Son 740.000 yılda 8 buzul devre, buzularası çağlarla ayrıldı. Şimdi: Buzularası çağ.

Buzul devreler ilk başta 41.000 yılda bir tekrarlandı sonra 100.000 yılda bir. Şimdiki (Holosen) buzularası çağ 10-20.000 yıl önce başladı.

Sıcaklıklardaki bu tür uzun vadeli değişikliklerin nedeni, atmosferdeki Dünya'yı ısıtan "sera" gazlarının miktarındaki değişimler olabilir.

Bir olası neden de kıtaların konumundaki "plaka" hareketi kaynaklı değişiklikler olabilir. Bu okyanus akımlarını ve iklimleri etkileyebilir.

Dönem: 1. Dünya Savaşı. Sırp inşaat mühendisi Milutin Milankoviç, buzul çağlarını Dünya yörüngesindeki yavaş değişimler yaratıyor, dedi.

Dünya'nın eksen eğimi gerçekten de 41.000 yılda bir 22,1° ile 24,5° arasında değişir; yörünge uzanımı 100.000 & 400.000 yılda bir değişir.

Görünüşe göre "Milankoviç döngüleri" buzul devreleri ve buzularası çağları oluşturmada rol oynuyor. Ancak işin mekanizması bilinmiyor.

Dünya yörüngesi ve yönelimindeki değişimlerse değil "Kartopu Dünya" felaketini, buzul çağlarını dahi yaratamayacak kadar önemsiz boyutta.

A4

21. Ay'ın büyüklüğü ve uzaklığı nedir?

Ay en yakın kozmik komşumuzdur. Aynı zamanda tek doğal uydumuz ve insanın ayak bastığı tek gök cismidir.

Ortalama Dünya-Ay mesafesi (merkezden merkeze) 384.400 km'dir. Hiç durmadan saatte 100 kilometreyle Ay'a gitmek yaklaşık 6 ayınızı alırdı.

Ay'ın yörüngesi kusursuz bir çember değil, elipstir. Dünya'ya uzaklığı 362.000 km (yerberi) ile 407.000 km (yeröte) arasında değişir.

Yerberide Ay ortalamadan biraz daha büyük görünür. Yerberi dolunaya denk gelirse Ay oluğundan daha parlak da görünür.

3600 km/saat ile yörüngede dönen Ay, Dünya etrafındaki bir turunu 27 gün, 7 saat, 43,1 dakikada tamamlar.

İki dolunay (Ay Güneş'in tam karşısında) arasındaki süre daha uzundur (29g, 12s, 44d) çünkü bu arada Dünya da Güneş'in etrafında döner.

3476 km olan Ay'ın çapı Dünya'nın %27,3'üdür. Dünya yüzey alanının %7,5'ine, hacmininse sadece %2'sine sahiptir.

Ay'ın demir çekirdeği/kayalık mantosu vardır. Yoğunluğu Dünya'dan azdır çünkü daha az demir içerir/zayıf kütleçekimle daha az sıkışmıştır.

Ay'ın kütlesi Dünya'nın 1/81'idir. Yüzey kütleçekimi Dünya'nın 1/6'sıdır, yani Ay'da, Dünya'daki kilonuzun 1/6'sı kadar gelirsiniz.

Ay ana gezegenine kıyasla en büyük uydudur ve Güneş sisteminin de Ganymede, Titan, Callisto ve Io'dan sonra en büyük 5.'sidir.

22. Ay neden yere düşmez?

Bu hiç de aptalca bir soru değil. Ne de olsa havaya bir top attığınızda daima Dünya'nın yerçekimiyle geri dönüyor.

Newton bulmacayı şöyle çözdü: Top ateşi yapılır, top havalanıp yere düşer. Daha büyük bir makineyle top daha hızlı/uzağa fırlatılır.

Şimdi devasa bir makine hayal edin. Topu öyle hızlı ve uzağa fırlatır ki Dünya'nın eğimi önem kazanır.

Dünya'nın eğimli yüzeyi, topun düştüğü hızla toptan uzaklaşır. Böylece top hiç yere düşmez...

Yörüngeye girerek sonsuza dek bir çember içinde düşmeyi sürdürür. Bunu başarmak için gereken hız 27.400 km/saattir.

Benzeri şekilde Ay da durmaksızın Dünya'ya doğru düşer ama asla ona erişemez. Ancak o mesafede hız 27.400 km/sa değil, sadece 1700 km/sa'tir.

Newton'un dehası ağaçtan kopan elmanın da Ay'ın da düşmekte olduğunu anlamasıdır (bundan yola çıkarak, kütleçekim yasasına ulaşır).

Yapay uydular da Dünya yörüngesinde dönerken düşmektedirler. Ancak yakın olurlarsa atmosferin çekim etkisi onları sonunda yere indirir.

Dünya yörüngesine varmak için gereken hız büyüktür ama kütleçekimi düşük, küçük bir asteroitte yörüngeye çıkacak kadar hızlı koşabilirsiniz.

23. Ay'ın karanlık bir yüzü var mı?

Evet, var. Ay ışığını Güneş'ten alır. Bu yüzden, tıpkı Dünya gibi, her an bir aydınlık gündüz yüzü, bir de karanlık gece yüzü vardır.

Yaygın bir hata: İnsanlar Ay'ın Dünya'ya bakmayan yüzüne karanlık yüz, derler. Fakat o elbette ki her zaman karanlık değildir.

Yeniay evresinde Ay az çok Güneş yönündedir. Dünya'ya bakan yarımküresi karanlık olsa da bakmayan yüzü tamamen aydınlıktır.

Dünya'dan Ay'ın sadece yakın yüzünü görürüz. Diğer yüzü Sovyet *Luna 3* uzay aracı tarafından Ekim 1959'da fotoğraflanana dek görülmedi.

Ay eksenini etrafında dönmüyormuş gibi görünür ama aslında döner. Dönme süresi Dünya etrafındaki yörünge dönüş süresiyle birebir aynıdır.

Çoğu gezegenle uydusu "senkronize dönüşlüdür". Neden: Ana gezegenin gelgitel kuvvetleri, uydunun bir yüzü ona bakana dek dönüşü fren yapar.

Dünya'dan Ay yüzeyinin daima yansını gördüğümüzü düşünebilirsiniz. Oysa %59'unu görürüz...

Ay'ın hızı eliptik yörüngesinden dolayı değişir. Ancak dönüşü sabittir. Sonuç: Dünya'dan bakınca Ay sallanıyormuş gibi görünür ("titreşme").

Ay'ın iki yüzü arasındaki ana fark: Muhtemelen kabuk daha kalın olduğundan, uzak yüzünde volkanik düzlükler (Ay denizleri, *maria*) yoktur.

Uzak gelecekte Ay Dünya'nın kendi etrafında dönüşünü "frenleyecek", Pluto ve Charon gibi Dünya'nın da hep aynı yüzü Ay'a dönük olacaktır.

Pink Floyd'un *Ay'ın Karanlık Yüzü* albümünün son sözleri: "Ay'ın karanlık yüzü diye bir şey yok. Gerçekte onun her yeri karanlık." Doğru.

24. Ay'da neden kraterler var?

Güneş sisteminde oluşum döneminden kalma pek çok yapıtaşı artığı vardır. Bunlar kayalık asteroit/buzlu kuyruklu yıldız formundadır.

4,55 milyar yıllık Güneş Sistemi tarihi boyunca atış alanı içindeki gezegen ve uydular, uzaydan gelen pek çok enkazla bombardıman edildiler.

Ay'ın kraterleri çarpışma izidir. İzleri (Dünya'daki gibi) silecek hava/ yer hareketi olmadığından (yeni çarpışma bozmadıkça) öyle kaldılar.

Ay'daki kraterler göğün tarih kitabı gibidir. Onları okumayı öğrenirsek Dünya'nın gök cisimleriyle çarpışma tarihini de çözebiliriz.

En büyük çarpışmalar 3,8 milyar yıl önce Geç Dönem Ağır Bombardımanı sırasında gerçekleşti. Çarpışmalar öyle etkiliydi ki Ay kabuğunu deldi.

Lavlar yükselip "çarpışma havzalarını" doldurarak karanlık Ay denizi *maria*'yı (Latince "deniz" anlamına gelen *mare*'nin çoğulu) oluşturdu.

GDAB'nin nedeni: Jüpiter ve Satürn'ün asteroit/kuyruklu yıldız kuşağını kışkırtıp Los Angeles büyüklüğünde cisimleri bize doğru göndermesi.

~800m yıl önce düşen Key West boyutundaki asteroitin oluşturduğu 93 km'lik Copernicus gibi bazı kraterler enkazlardan "ışınlar" yayarlar.

Dünya'daki kraterlerin çoğu silindi ama bazıları duruyor: MÖ ~50.000'de ev kadar cisimlerin oluşturduğu 1,2 km'lik Arizona, Meteor Krateri.

Ve Chicxulub krateri: 180 km, kısmen deniz altında, Yukatan açıklarında. Oluşumu: 65 milyon yıl önce dinozorları öldüren 10 km'lik asteroit.

25. Dünya Ay'ı nasıl etkiler?

Deniz günde iki kez kıyıda ilerilere uzanır ve geri çekilir. İlk defa Isaac Newton'un açıkladığı bu "gelgitlerin" nedeni Ay'dır.

Genel kanının aksine Dünya'daki gelgitlerin nedeni Ay'ın kütleçekimi değil, Ay kütleçekimindeki *farklılıklardır*.

Ay'ın çekimi en çok okyanusun kendisine bakan yüzeyinde sonra yerküre merkezinde, en az da okyanusun kendine bakmayan yüzeyinde güçlüdür.

... Bu yüzden okyanuslar iki yönde kabırır; bir taraf su Dünya'dan öteye çekildiği için, diğer tarafta ise Dünya sudan öteye çekildiği için.

Dünya eksenini etrafında 24 saatte bir döndüğünden, bu iki gelgit kabartısı okyanuslarda dolaşarak, her noktada günde iki gelgit yaratır.

Gelgiti yaratan Ay'ın kütleçekimidir. Bu da Dünya'nın dönüşünde bir "fren" etkisi yaratır. Ay ise buna Dünya'dan geri çekilerek tepki verir.

Ay kayalara da çekim uygular ama kaya daha katı olduğundan etki daha küçüktür. Bu tür gelgit gerilimleri depremleri tetikleyebilir.

Gözlem: Cenevre, Büyük Hadron Çarpıştırıcısı günde 2 kez genişip büzülüyordu. Ay 27 km'lik "atom çarpıştırıcı" boruyu gerip sıkıştırıyordu.

Güneş de, Ay'ın 1/3'ü kadar da olsa, okyanuslarda gelgit yaratır. Güneş ile Ay aynı anda çekim uyguladığında en büyük gelgitler gerçekleşir.

Büyük gelgitler, rüzgâr, huni biçimli bir nehir, "gelgit oyuğu" yaratabilir; şeklini kilometrelerce koruyan, hatta sörfe uygun su kabartısı.

Geçmişte Ay daha yakinken gelgitler bugünkünden büyüktü. Ay oluştuğu dönemde, bundan 10 kat daha yakinken ise gelgitler 1000 kat büyüktü.

Gelgit dışında Ay Güneş'i de örtebilir. "Tam tutulmalar" eskileri ırkütürdü. Güneş yiyen canavar kap kacak sesiyle (başarıyla!) ırkütülürdü.

Tam tutulmalar tarihi değiştirdi. MÖ 585, Türkiye, Lidya-Med savaşında ortalık karanlığa büründü. Kötüye alamet. Ordular silah bıraktı.

26. Ay olmasa ne olurdu?

Muhtemelen burada olmazdık!

1. Önemli olgu: Ay olağanüstü büyüktür; ana gezegenine kıyasla diğer tüm uydulardan çok daha büyük. Dünya-Ay "çifte gezegen" sayılır.

2. Önemli olgu: Milyarlarca yıl süren istikrarlı bir iklim olmasa Dünya'da yaşam gelişemezdi. Büyük uydumuz Ay, iklimi dengeler.

Bunu şu şekilde yapar: Dünya –dönen kutuplarda sıkça olduğu gibi– eğilecek olursa yere düşen Güneş ışığı değişir, iklim felaketi yaşanır...

Dünya eğildiği zaman Ay onu yeniden doğrultur (büyük uydusu olmayan Mars iklim felaketleri yaşar).

Büyük uydu karasal yaşamı da tetikledi. Gelgitlerle okyanus sınırları yüksek/kuru kaldı. Burada mahsur balıklar akciğer geliştirip yürüdü.

Büyük uydu bilimde hayati rol oynadı. Güneş'i engelleyerek (tam Güneş tutulması) Güneş'e yakın yıldızların görülmesini sağladı...

...Bu yıldızlara bakarak 1919'da Güneş'in kütleçekimle yıldız ışığını büküğü görüldü; Einstein kütleçekim teorisinin ana öngörüsü doğrulandı.

Isaac Asimov 1972'de, "Ay'ın Trajedisi"nde, Dünya'nın değil de, Venüs'ün uydusu olsa bilimin 1000 yıl önce gelişeceğini iddia etti.

Neden mi? Venüs'ün etrafında gece gözle görebileceğimiz bir uydu dönse, Kilise destekli "Dünya merkezli evren" fikri savunulmaz olacaktı.

27. Şimdiye kadar Ay'a kaç kişi ayak bastı?

Sadece on iki kişi Ay'da yürüdü. Bunların sadece dokuzu hayatta. En gençleri ise 3 Ekim, 1935 doğumlu, Charles Duke (*Apollo 16*).

Başkan John F. Kennedy *Apollo Ay* programını 25 Mayıs, 1961'de, ünlü ABD Kongresi konuşmasında duyurdu: "... Bu on yıl sona ermeden önce..."

Apollo 8 ve *10* iniş yapmadan Ay'a gidip geldi. 1970'de *Apollo 13* de bir patlama yüzünden iniş yapmadan dönmek zorunda kaldı.

Apollo 11, 12, 14, 15, 16 ve *17* Ay'a indi. Her birinde iki astronot Ay'da yürüdü; biri Ay yörüngesindeki kumanda modülünde kaldı.

21 Temmuz 1969. *Apollo 11* indi. Ay'a ilk ayak basan insan Neil Armstrong'du (38); 2.'si Buzz Aldrin (39). Ay'da 2 saat 24 dakika geçirdiler.

Ay aracı (Ay Böceği) sayesinde *Apollo 15* (27,8 km), *16* (26,6 km) ve *17* (35,9 km) mürettebatı daha büyük mesafeler kat edebildi.

14 Aralık, 1972. Ay'daki son adam *Apollo 17*'den Gene Cernan (38). *Apollo 18, 19, 20*'nin planları siyasi destek olmayınca iptal edildi.

Apollo astronotları 382 kg'lık Ay kayası getirdiler. Ayrıntılı analizler Ay'ın yeni doğmuş Dünya'dan kopmuş olabileceğini ortaya koydu.

Üç astronot Ay'a iki kez uçtu: Jim Lovell (*Apollo 8/13*), John Young (*Apollo 10/16*), Gene Cernan (*Apollo 10/17*). Lovell hiç Ay'a adım atmadı.

Ay'a (inişli ya da inişsiz) giden insan sayısı: 21. Başka hiçbir astronot Dünya'dan birkaç yüz kilometreden öteye gitmedi.

28. Ay'daki ayak izleri sonsuza dek kalacak mı?

Hayır. Ama çok uzun süre kalacak.

Ay'da *Apollo* astronotlarınca bırakılan ayak izlerini silecek rüzgâr ya da yağmur yoktur. Ama uzaydan gelen mikro meteorit "yağmuru" vardır.

Çoğu kum tanesinden küçük mikro meteoritler Dünya atmosferinde yanarak "kayan yıldız" olur. Ay'da hava olmadığından görünmez yağmurdurlar.

Milyarlarca yıl boyu mikro meteorit yağmuruna maruz kalan Ay'ın yüzey kayaları parçalanıp "regolit" denen kalın toz tabakasına dönüşmüştür.

Eskiden Ay'da bazı yerlerinin derin toz tabakasıyla kaplı olduğundan ve uzay araçlarının buraya batıp tamamen kaybolacağından korkuluyordu.

Arthur C. Clarke'ın 1961 tarihli romanı *Ay Tozu Yağmuru*'nda Ay aracı *Selene* tüm yolcularıyla birlikte Ay tozu denizinde batar.

Kesintisiz mikro meteorit yağmuru, Ay "toprağının" en üst santimetresini hemen her 10 milyon yılda bir, alt üst eder (Ay bahçeciliği).

Bu yüzden astronotların bıraktığı ayak izleri sonsuza dek kalmayacaktır. Yine de insan medeniyetinden daha uzun yaşama ihtimalleri yüksek.

Ay tozu taneleri yumuşacık kum tanelerinden çok farklıdır. Mikro çarpışmalar kayaları erimiş minik kar tanesi gibi tanelere ayrıştırır.

Ay tozu metal talaşı gibidir. Astronotlar onu giysilerinden silkeleyemediler. Her yere girmişti. Söylediklerine göre de barut kokuyordu.

29. Ay'da su var mı?

İskiden Ay'daki karanlık geniş alanların deniz (Latince *maria*) olduğu düşünülüyordu ama artık volkanik lav tabakası olduğu biliniyor.

Ay yüzeyinde su olması imkânsız. Atmosfer olmadığından su olsa anında buharlaşıp uzaya kaçardı. Bu yüzden Ay kupkurudur.

Apollo Ay taşlarının analizi de kuru Ay fikrini doğrular gibiydi. Bulunan az miktardaki suyun ise astronomlardan bulaştığı düşünülüyordu.

Ancak 2009'da Hint uzay aracı *Chandrayaan-1* Ay yüzeyinde suyun (H_2O) ya da hidroksilin (OH) "tayfsal" imzasını tespit etti.

Gözlemi başka uzay araçları da doğruladı: (Satürn yolcusu) *Cassini* ve (Hartley Kuyruklyıldız yolunda Dünya/Ay yanından geçen) *Deep Impact*.

Ay'daki su çok azdı: %0,1 (1 tona 1 litre). Tahmini oluşumu: Güneş rüzgârının (hidrojen çekirdeği) oksijen zengini minerallerle birleşmesi.

Su molekülleri Ay kayalarına sıkıca bağlı değildir. Yani su yavaş yavaş Ay ekvatorundan soğuk kutup bölgelerine doğru ilerler.

Ay suyu kutuplardaki derin kraterlerde buz formunda birikir. Kraterlerin daima gölgelik olan tabanı, Güneş'in sıcaklığını asla hissetmez.

9 Ekim 2009'da mühendisler *LCROSS* uzay aracını kutup krateri Cabeus'a indirdiler. Çarpışmadan kalkan tozda en az 100 kg su tespit edildi.

Ay'daki su gelecekte üs kurma açısından hayati önem taşır. Sadece içmek için değil, roket yakıtı yapmak için de önemlidir.

Ama *LCROSS*'a göre Ay suyu geniş buz tabakaları halinde değil, Ay toprağıyla karışık halde durmaktadır. Bu da onun çıkarılmasını zorlaştırır.

30. Ay ölü bir yer mi?

Muhtemelen Ay'ın büsbütün ölü olduğunu, krater kaplı ıssız bucaksız toprağının değişim nedir bilmediğini düşünüyorsunuz. Bir daha düşünün...

Teleskobun icadından çok önce, neredeyse birkaç ayda bir defa, Ay'da tuhaf ışıklar görüldüğü bildirilirdi.

Örneğin, 18 Haziran 1178'de, güneydoğu İngiltere, Canterbury Katedrali'nden beş keşiş Ay'da bir patlama gördüklerini bildirdiler.

Ay'daki (Geçici Ay Fenomenleri ya da TLP diye anılan) bu gizemli ışıklar Ay'ın çözölememiş en büyük sırlarından biridir.

TLP teleskopla gözlemlenen yerel olaylardır. Bir kilometrekarelik bir alanı aşar ve bir dakika ile birkaç saat arasında sürebilir.

TLP yüzey aydınlanması, kararması veya bulanıklaşmasını içerebilir. Bazen geç vakitte yakut-kızıl ışıltıya doğru bir renk değişimi görülür.

İlginçtir ki çoğu TLP özellikle Aristarchus (450 km çap) ve Plato (100 km) kraterlerinin içindeki 6 lokasyonda görülür.

Bu 6 alanın tümü *Apollo 15 & 16* ile 1998'de Ay yörüngesinde dönen *Lunar Prospector*'un tespit ettiği radon-222 gaz boşaltımıyla ilintilidir.

6 alanın ortak özelliği? Yakın çarpışmalardan doğmuş büyük kraterler veya 3,8 milyar yıl önce oluşmuş *mare* havzalarının sınırı olmaları.

Alanlar ayrıca 6 *Apollo* seferinden biri hariç hepsinde Ay'a bırakılan depremölçerlerin belirlediği birkaç yüz depremin görüldüğü yerlerdir.

6 alanın çok önemli bir özelliği: Kabukta eski çarpışmalardan kalma çatlakların olması. Bunlar yüzey altı gazların uzaya kaçmasını sağlar.

Ay'ın içinden dışarı çıkmaya çalışan gaz birikip basınç oluşturur ve toprak çatlağından bir patlamayla TLP olarak uzaya çıkar.

Uzaya kaçan sadece ½ tonluk bir gaz 5-10 dakika süren, birkaç km'lik bir bulut yaratabilir. Bu da yüzeyin yansıtıcılığını değiştirebilir.

Gazın kaynağı: Dünya'nın Ay'da yarattığı gelgit sıkıştırması her yıl bir uzay aracı dolusu kaya aşındırır. Yılda ~100 ton gaz açığa çıkarır.

Ay'a iniş alanında oluşacak bir TLP büyük tehlikeli yaratır. (Fırlatılmadan iptal edilen) *Apollo 18*'in programında Aristarchus vardı.

31. Ay'a ne zaman yeniden gidilecek?

NASA'nın *Apollo* programı kırk yıl önce sonlandırıldı. O zamandan bu yana Ay'a insansız araç gittiyse de, insan gitmedi.

İnsansız uzay aracı çok avantajlıdır: Daha uzun kalış süresi, daha geniş alanın taranması, daha çok veri toplanması ve çok daha ucuz olması.

Yine de Ay uzaydaki en yakın komşumuzdur. Dünya yörüngesi dışına uçuşlar için pratik sağlar. Mars ve ötesine yolculuk için bir basamaktır.

2004'te ABD başkanı George Bush *Constellation** programını duyurdu: Yeni geliştirilmiş uzay aracıyla Ay'a dönüş (2020). Sonra da Mars.

Ağır yük kapasiteli *Ares* roketiyle *Apollo* benzeri *Orion* ve *Altair* Ay iniş aracı fırlatılacaktı. *Ares* roketinin Ekim 2009 testi başarılıydı.

Ancak Başkan Obama 2010'da, programın gerisinde kalan ve bütçeyi fazlaca aşan *Constellation*'i iptal etti. Yeni plan: *Asteroid* insanlı uçuş.

Kısaca şu an Ay'a dönüş için herhangi bir NASA planı yok. Avrupa'nın ESA'sı da artık Ay'a insanlı uçuş yerine Mars'a ağırlık veriyor.

Fakat Çin Ay'a insanlı uçuş planlıyor gibi görünüyor. Henüz resmi bir açıklama olmasa da tarih 2024 olabilir. Aynısı Japonya için de geçerli.

2024'te insanın Ay'a son ayak basışının üstünden 52 yıl geçmiş olacak: Neredeyse ilk motorlu uçak ile Sputnik arasında geçen süre.

Mars'a insanlı uçuşa gelince: Uzay ajansları 1960'lardan beri bunun 30 yıl içinde gerçekleşeceğini söyleyip duruyor. Hmmm...

* Takımyıldız.

32. Ay nereden geldi?

Ay'ın kökeni uzun süredir sırrını koruyan bir soru. Başka hiçbir uydu ana gezegenine kıyasla bizim uydumuz kadar büyük değil.

Apollo uçuşlarıyla ana kanıt bulundu. Ay Dünya mantosuna benzer malzemeden oluşmuştu. Ay kayalarında Dünya'dakilerden çok daha az su vardı.

1975. William Hartmann & meslektaşlarının Büyük Sıçrama teorisi: Oluşumundan hemen sonra Dünya'ya Mars kütleinde bir cisim (Theia) düştü.

Theia'nın ağır olan demir çekirdeği Dünya merkezine doğru battı. Eriyik manto tabakası uzaya sıçrayarak Dünya etrafında bir halka oluşturdu.

Soğuyan enkaz halkası kaynaşarak Ay'a dönüştü. Ay bugünkünden 10x daha yakındı, gökte 10x daha büyüktü, 1000x büyük gelgit yaratıyordu.

Teori Ay'ın, neden Dünya mantosunu andırdığını, demir çekirdeksiz ve kuru olduğunu (çok sıcak, şiddetli çarpışmayla su uçtu) açıklıyor.

Büyük Ay'ın yanında küçükleri de oluşmuş sonra büyük Ay'la çarpışarak birleşmiş olabilir. Bu da Ay'ın uzak yüzünün kalın kabuğunu açıklar.

Sorun: Dünya'nın Theia çarpışmasıyla yok olmaması için Theia'nın gezegenimize çok düşük bir hızla çarpmış olması gerekir.

Richard Gott/Ed Belbruno açıklaması: Bugün "Truva" asteroitlerinde ve Jüpiter'de olduğu gibi Theia da Dünya'yla aynı yörüngeyi paylaşıyordu.

Kısacası ister inanın ister inanmayın, belki de uzun zaman önce Dünya'nın gece vakti gökte ışıltı parlayan bir kardeşi vardı!

Theia sabit "Lagrange noktası"nda, yani yörüngedeki Dünya'nın 60° önünde/arkasında oluşup yörüngeden çıktıysa Dünya'ya yavaş yaklaşıyordu.

Gelgit çekimlerindeki enerji kaybı zamanla Ay'ın yörüngesel enerjisini aşındırdı ve Ay bugünkü konuma geldi. Hâlâ yılda 4 cm geri çekiliyor.

Dünya dışı yaşam dersi: Büyük uydu Dünya iklimini yaşanır kıldı. Ama oluşum, ender olayları gerektirir; uzayda yaşama ender rastlanabilir.

Uzay

33. Uzak nasıl bir yer?

Uzakda kimse ılığını duymaz çünkü ses havanın bir titreşimidir ve uzakda titreşecek bir hava yoktur.

Uzakda lazer ışınları görünmez (üzgünüz, *Yıldız Savaşları* hayranları) nk Dünya'da havadaki toz, lazer ışını ışığını gözün içine "saçar".

Uzak akıl almaz derecede soğuktur çünkü size çarpacak ve bu şekilde ısıyı aktaracak atomların sayısı çok azdır.

Gezegenler arası uzak cm^3 başına ~10 atom içerir (Dünya'da iyi bir laboratuvar vakumu 100.000, deniz seviyesindeki hava ise 30 milyar kere milyar atom içerir).

Isı fazlasını uzaklaştıracak hava atomları olmadığında, aşırı ısınma da soğuma kadar ciddidir. Uzak giysilerini ısıtmak VE soğutmak gerekir.

Solunacak hava içermeyen uzakda astronotlar kendi hava tedariklerini yanlarında, genelde sırta taktıkları skubamsı tüplerde taşırlar.

Uzakda basınç yoktur. Bizse 50 km'lik bir hava sütununun ağırlığı (2 fil) altında yaşarız. Astronot giysilerinin basınçlı olması gerekir.

Astronotlar Michelin maskotu gibi giyinmese, kanlarındaki azot kabarcıklar oluşturur (azot narkozu – "vurgun") ölmelerine neden olurdu.

Uzakda ağırlığımız yoktur. Yörüngede (hiç erişemeden!) sürekli Dünya'ya doğru düşeriz. "Serbest düşüşte" yerçekimini hissetmeyiz.

Uzakda daima Güneş ve ötesinden gelen ışınım (kozmik ışınlar) tehlikesi vardır. Dünya'nın manyetik alanı Dünya için bir şemsiye oluşturur.

Astronotlar sık sık tuhaf ışık çakmaları görürler. Bunların göz yuvarlağı sıvısına çarpan hızlı atomaltı parçacıklar olduğu düşünölüyor.

Uzak radyasyonu insanlı uzak seferlerinin tek engeli olarak görülüyor. Mars'a yolculuk, astronotları 6 ay bu radyasyona maruz bırakıyor.

Nasıl? İnsan hiç de uzak için yaratılmamış hissine kapıldınız mı?!

34. İttirecek hiçbir şey yokken roket uzayda nasıl çalışıyor?

Önemli olgu: Newton'un üçüncü hareket yasasına göre her etkiye karşılık ona eşit ve zıt yönde bir tepki vardır.

Koştuğunuz zaman tam da bu olur. Ayağınız yeri geriye doğru iter (etki) yer de sizi ileri iter (tepki).

Ne var ki beklentilerin aksine böyle bir tepki alabilmek için harici bir şeyi ittirmek şart değildir.

Son derece kaygan (sürtünmesiz) bir buz pistinin ortasında bir kızakla kalakaldığınızı düşünün. Kenara nasıl ulaşırsınız?

Diyelim, kızak (şans eseri) tuğlalarla dolu. Onları tek tek fırlatın. Siz fırlatırken, onlar da sizi geri iter (tepki). Kızak hareket eder.

Roketin ilkesi de budur. Gazlar yüksek bir hızla arkadan salınır. Roket ileri hareket ederek tepki verir. Etki & tepki. Gayet basit.

Roket "tepki kütlelerini" atarken giderek hafifler ve egzozu roketi ileri itirmede gitgide daha etkili olur.

"Roket denklemiyle" özetlenen bu etkiyi ilk kez 1903'te tanımlayan kişi, Rus öğretmen Konstantin Tsiolkovsky'di.

Sorun: En güçlü roket yakıtı bile kendi ağırlığının yanı sıra bir roketin ağırlığını Dünya yörüngesine taşıyacak güce sahip değildir.

Tsiolkovsky'nin çözümü: Çok aşamalı roket. Yükselince roketin bir kısmını at. Roket hafifler ve yörüngeye geçişi kolaylaşır.

Parçalı roket kullanmak arabayla yola çıkıp 4 tekerlek ve direksiyonla geri dönmek ve bir sonraki yolculuk için yine araba yapmak gibidir.

Evren Tweetlendi

NASA Uzay Mekiđi'nin büyük bir bölümünü attı ve her yolculukta yeniden üretti: 0,5 milyar dolarlık fırlatma maliyetinin nedenlerinden biri.

(En azından uzayda) etkin bir roketin sırrı yüksek egzoz hızıdır, yani düşük yakıt ağırlığı gerekir. Mevcut "kimyasal" yakıtlar verimsizdir.

İdeal roket madde/antimadde yok oluşundan yararlanırdı. Mevcut kütle için en büyük itiş sağlar, taşınacak yakıt ağırlığı minimal olurdu.

Güneş

35. Güneş'in bir yüzeyi var mı?

Güneş alev alev yanan dev bir gaz topudur, bu yüzden Dünya gibi katı bir yüzeyi yoktur. Ancak yine de varmış gibi görünür. Neden mi?

Güneş'in "yüzeyi" fotosfer, Güneş'in iç kısmından binbir güçlükle dışarı çıkan Güneş ışığının çıkmakta daha az zorlanmaya başladığı yerdir.

Kalabalık bir cadde düşünün. Akmıyor. Engeller (insanlar) arasında zikzak çizmeniz şart. Düz gidiş yok: İşte Güneş'ten çıkan ışığın durumu.

Güneş çekirdeğinden yola çıkan foton (ışık parçacığı) henüz 1 cm gittikten sonra bir engel (elektron) tarafından başka yöne saptırılır.

Dümdüz ilerliyor olsa fotonun çekirdekten yüzeye çıkması sadece 2 saniye sürerdi. Oysa zikzaklı yol öyle engebelidir ki 30.000 yıl sürer!

Bu nedenle bugünün Güneş ışığı yaklaşık 30.000 yaşındadır. Son buzul çağının doruğunda ortaya çıkmıştır.

Güneş ışığı üreten nükleer yangınlar 29.000 yıl önce sönmüş olsa, biz bunu ancak 1000 yıl sonra anlayabilirdik.

Aslında bu tam doğru değil. Güneş'in depoladığı ısıyı kaybetmesi bir milyon yıl sürerdi. Bu dev kapasite sayesinde bir süre güvende olurduk.

Fotonlar 30.000 yılın sonunda Güneş'in yüzeyine varır ve 300.000 km/sn hızla dümdüz Dünya'ya doğru uçar.

Bu hızla Dünya'ya olan 150 milyon km'lik yolu almaları sadece 8,3 dakika sürer (yani, Güneş aniden yok olsa, biz 8,3 dakika sonra anlarız).

Güneş fotosferi, fotonların zikzak rotadan düz rotaya geçiş yaptığı ya da "yürümeyi bırakıp uçmaya başladığı" yer olarak tanımlanır.

Fotosfer katı bir yüzey olmasa da (güvenli bir filtreden bakıldığında) Güneş'i bir disk gibi gösterecek kadar keskindir.

36. Güneş neden sıcaktır?

Çok basit bir sebepten dolayı: Büyük miktarda kütle içermesi. Çekirdeği kütleçekim altında ezen bu devasa miktar, maddeyi oraya sıkıştırır.

Bisiklet pompasıyla hava sıkıştırılanların bildiği gibi gaz sıkıştırılınca ısınır. Güneş'in çekirdeğinde gaz ~15 milyon °C'ye kadar sıkışır.

Böyle bir sıcaklıkta madde çözünerek anonim bir hale; "plazmaya" dönüşür. Ne olursa olsun aynı davranır.

Güneş büyük oranda milyar kere milyar kere milyar tonluk hidrojen gazından oluşur. Aynı yere konmuş o kadar muz da eşit sıcaklıkta olurdu.

Önemli olgu: Güneş'in sıcaklığı içerdiği maddenin MİKTARINA bağlıdır, (ısıyı içeri hapsedmede biraz etkili olsa da) kompozisyonuna değil.

Ancak çekirdekte sıkışan madde sadece Güneş'in o an neden sıcak olduğunu açıklar, neden sıcak kaldığını değil. Bu apayrı bir sorudur.

Güneş sürekli uzaya kaçan ısınıyı yitirse de hiç soğumaz. O halde kaybedilen ısının yerini hemen bir şeylerin alıyor olması gerekir. Ama ne?

Yanıt: Nükleer enerji. Güneş'te en hafif element hidrojenin çekirdeği "füzyonla" sonraki en hafif, helyuma dönüşür. Yan ürün: Güneş ışığı.

Olabilecek neredeyse en verimsiz nükleer reaksiyondur bu. Güneş'te 2 hidrojen çekirdeğinin buluşup kaynaşması ortalama 10 milyar yıl sürer.

Şükrederim. Füzyon böyle yavaş olduğu için Güneş'in yakıtını tüketmesi 10 milyar yıl alacak; bizim gibi akıllı yaşamın gelişimine yeterli.

Güneş'in verimsizliğini anlamak için, midenizi ve midenizin hacmi kadar bir Güneş çekirdeği düşünün. Mideniz daha çok ısı üretti.

S: Güneş'in ısı üretimi bu kadar verimsizse, Güneş neden sıcak? Y: Muazzam miktarda mide boyutunda madde bir araya sıkıştığı için!

37. Güneş'in içi nasıl bir yerdir?

Güneş 1,4 milyon km çapında, dev bir gaz topu. Temelde hidrojen (%75) ve helyum (%24). Merkeze doğru yoğunluk/sıcaklık muazzam artıyor.

Nötr atom yok. Elektronsuz (negatif) atom çekirdekleri (pozitif yük) var. Yüklü parçacıklardan oluşan bu gaza plazma denir.

Güneş çekirdeğinde sıcaklık: 15,7m °C; yoğunluk: sudan 160x fazla. Güneş ışığı üreten nükleer füzyonu tetiklemeye yetecek kadar sıcak/yoğun.

Çekirdeğin çapı 350.000 km (Güneş'in %25'i; Dünya'nın 27x). Güneş enerjisinin %99'u bu bölgede üretilir (en merkezde 275 W/m³).

Onu çevreleyen kısım "radyasyon çekirdeği". Kalınlık: 315.000 km. Sıcaklık 7'den 2m °C'ye düşer. Enerji, radyasyonla (ışık) dışarı akar.

Çekirdek ile radyasyon bölgesi, katı cisimler gibi her noktasında aynı oranda döner. Ancak çekirdek muhtemelen biraz daha hızlı döner.

Güneş'in dış kısmı (kalınlık 210.000 km): Konveksiyon bölgesi. Kaynayan tencere gibi. Sıcak plazma yükselip enerji yayar. Soğuk plazma batar.

Konveksiyon bölgesinin dönüş hızı derinlik ve enleme göre değişir (ekvatorunda hızlı, kutuplarda daha yavaş). Diferansiyel dönüş diye bilinir.

Ayrıca yüzey altı meridyonel akıntılar –"ateş nehirleri"– plazmayı ekvatordan kutuplara (yüzeye yakın) ve tekrar geriye (daha derine) taşır.

Manyetik alanlar hareket eden plazma ile taşınır, bükülür, gerilir ve kıvrılır. Bu tür hapsedilmiş alanlar Güneş patlamaları vb yaratır.

38. Güneş lekesi nedir?

Güneş lekesi Güneş'in parlak yüzünde kısa süre beliren koyu lekedir. Sıcak olduğu halde koyu görünür çünkü çevresinden çok daha soğuktur.

En büyük Güneş lekesinin eni 80.000 km'yi bulabilir; Dünya'nın 6x'ından fazla. Genelde gruplar halinde belirir, birkaç hafta devam ederler.

Büyük lekeler gün doğumu/batımında Güneş kararınca çıplak gözle görülebilir. Çinli gökbilimciler ve Avrupalı keşiflerce kayda geçirilmiştir.

Alman amatör Johannes Fabricius, Haziran 1611'de, Galileo'dan kısa bir süre önce, teleskopla Güneş lekesi gördüğünü belirten ilk kişiydi.

Güneş lekeleri gözlemlenerek Güneş'in kendi etrafındaki dönüşünü 25 günde tamamladığı belirlendi. Ancak lekelerin gerçek tabiatı çözülemedi.

Yüzeyin 5500 °C'lik sıcaklığına karşılık, Güneş lekelerinin sıcaklığı 3000-4000 °C'dir. Lekeler çevrelerinden 1000 km kadar daha derindir.

Güneş lekesine, ısı taşınımını durduran lokalize güçlü manyetik alanlar yol açar. Aşağıdan yükselen sıcak plazma olmayınca yüzey soğur/batar.

Büyük Güneş lekelerinde gölge denen koyu bir merkezi bölge ile yan gölge denen daha açık renkli bir çevre bölgesi vardır.

Güneş lekeleri (s) / gruplarının (g) sayısı –Wolf sayısıdır ($10g + s$, gözlemcinin adıyla anılır)– Güneş faaliyetinin ölçüsü olarak görülür.

Leke grupları etrafında (aktif bölge) parlak "faküller"; Güneş patlaması/diğer patlama olayları belirebilir. Hepsi manyetik fenomenlerdir.

(Güneş & kırmızı cüceler gibi) kendi etrafında dönen yıldızların parlaklığında görülen periyodik değişimler "yıldız lekelerine" işaret eder.

39. Güneş döngüsü nedir?

Heinrich Schwabe Merkür yörüngesindeki farazi gezegeni bulmak için Güneş'i gözlemledi. Amacı Güneş önünden geçecek küçük beneği yakalamaktı.

Onun yerine Güneş lekesi sayısındaki yavaş değişimi keşfetti. 1828/1829: Her gün leke. 1833: 139 gün lekesiz. Sonraki on yıl: Aynı döngü.

Schwabe 1843'de Güneş lekelerinin 10 yıllık döngüsünü öne süren teorisini yayımladı. Teori Galileo dönemine ait eski gözlemlerle doğrulandı.

Sonradan Güneş döngüsü periyodunun aslında 11 yıla yakın olduğu bulundu. 1755'den itibaren döngüler sayıldı. Mevcut döngünün sayısı: 24.

Yeni döngü yüksek enlemlerde küçük lekelerin oluşumuyla başlar. Sonra ekvator yakınında, lekeler/patlamalarla aktif bölgeler hareketlenir.

"Güneş maksimumu" sırasında Güneş bütün olarak, özellikle UV ve X-ışını formunda (birçok kara lekeye rağmen) biraz daha fazla enerji yayar.

Güneş döngüsü muhtemelen yüzey altı manyetize plazma akıntılarıyla ve düzenli manyetik enerji birikimiyle ilintili ama ayrıntılar bir sır.

1893'te İskoç gökbilimci Edward Maunder 1645'ten 1710'a Güneş faaliyetinde sıradışı azalma keşfetti. Döneme Maunder Minimumu ismi verildi.

Maunder Minimumu'nun nedeni bilinmiyor. Ağaç halka analiziyle 1420-1550 arası benzeri uzunlukta bir minimum bulundu. İleride yine olabilir.

20. yüzyılda Güneş, güçlü maksimumlarla, sıradışı faaliyet gösterdi. Ancak 23 no'lu son döngünün minimumu çok derin ve uzundu.

Mevcut 24 no'lu döngüde Güneş faaliyetinin 2013 yazında zirve yapması bekleniyor. Geç ve yavaş yükselişine bakılırsa maksimumu zayıf olacak.

40. Güneş rüzgârı nedir?

Güneş uzaya proton (+) ve elektron (-) gibi yüklü parçacıklar püskürtür. Saatte bir milyon millik bu kasırganın adı Güneş rüzgânıdır.

Güneş rüzgârını ilk Richard Carrington önerdi (1859). Teoriyi 1958'de Eugene Parker yayımladı. Sovyet uzay aracı *Luna 1* doğruladı (1959).

Güneş rüzgârıyla Güneş kütle kaybeder: 1,8 milyon ton/sn; 150 milyon yılda 1 Dünya kütlesi. Güneş'in kütlesine kıyasla küçük bir miktar.

Güneş rüzgânı, Güneş'in olağanüstü sıcak (1-3 milyon °C), ince dış "atmosferi" "korona"da (Latince "taç") meydana gelir.

Korona Güneş'in yüzeyinden 1 milyon kat daha soluktur. Sadece özel araçlarla (taççeker) veya tam Güneş tutulması sırasında görülebilir.

Yüksek korona sıcaklığı şok dalgalarından olabilir; tam işleyiş bilinmiyor. Sonuç: Aşırı hızlanan parçacıklar Güneş kütleçekiminden kaçır.

İki tür rüzgâr vardır: Yavaş Güneş rüzgârı (400 km/sn, 1,5m °C, koronadan) ve hızlı Güneş rüzgârı (750 km/sn, 0,8m °C, Güneş yüzeyinden).

Hızlı Güneş rüzgârı genelde manyetik alan hatlarının uzaya açıldığı "koronal delik" bölgelerinden gelen manyetik enerjiyle ivme kazanır.

Ayrıca Güneş'teki patlamalar milyar tonluk "koronal kütle atımı" CME'leri üretir: Dev plazma bulutları Güneş fırtınasıyla uzaya savrulur.

Dünya'ya yakın Güneş rüzgârı ve fırtınaları manyetik alanı örseler. Muhteşem kutup ışıklarını yaratır, enerji şebekelerini çökertebilir.

Güneş rüzgârı, yıldızlararası uzaya ~3 milyar km eninde balon püskürtür. Bu "heliosfer" Güneş manyetik alanının hükmettiği bölgedir.

Heliosferin kıyısı/yıldızlararası uzay geçişine 1977'de fırlatılan ve yıldızlara doğru yol almakta olan Voyager uzay aracıyla erişildi.

4.1. Güneş patlamaları ne kadar tehlikelidir?

Güçlü bir Güneş patlaması elektrik altyapısını çökerterek bizi buhar çağına geri döndürebilir. Neyse ki bu tür süper patlamalar ender olur.

Gözlemlenen ilk ve kayda geçen en güçlü Güneş patlaması: 1 Eylül, 1859 (Richard Carrington, Londra). Telgraf operatörlerini elektrik çarptı!

Güneş patlamaları Güneş'in yüzeyinde, manyetik enerjinin tetiklediği enerji patlamalarıdır. En sık Güneş maksimumunda gerçekleşir.

Güçlü bir Güneş patlamasıyla açığa çıkan toplam enerji, Dünya yıllık elektrik tüketiminin bir milyon katı olabilir.

Güneş patlamalarının ürünü enerjik X ışınlarıyla uzay aracı elektroniği çökebilir, koruyucu atmosfer dışındaki astronotlar zarar görebilir.

Güneş patlamaları üst atmosferi ısıtıp genişleterek yörüngedeki cisimler üstünde direnç yaratır ve yapay uyduların ömrünü kısaltır.

Koruyucu Dünya manyetik kalkanı dışındaki astronotları, patlamadan çıkıp ışığa yakın hızla giden enerjik proton patlamaları riski de bekler.

Nedeni bilinmese de patlamalara daha yavaş koronal kütle atımları da eşlik eder. CME parçacıkları Dünya'ya birkaç gün sonra ulaşabilir.

Yerküre manyetik alanına nüfuz eden yüklü parçacıklar "jeomanyetik fırtınalara" neden olabilir. Görsel sonuç, çarpıcı kutup ışıklarıdır.

Kötü etki: GPS sinyalleri ve radyo iletişimi aksar; tellerde oluşan akımlar enerji şebekelerini ve bilgisayar ağlarını çökertebilir.

Tehlikeye açık teknoloji: Yönü bize doğru olursa, 1859'daki gibi bir patlama Dünya'yı haftalar/aylarca gecenin karanlığına mahkûm edebilir.

Enerji kaybı iletişimi, yakıt-gıda tedarikini, sağlık hizmetini, küresel ekonomiyi aksatabilir. Kıtlık/salgınlar pek çok ölüme yol açabilir.

Çaresi? Uzaya bir patlama uyarı sistemi kurulması. O durumda enerji hatları/iletişim ağları koruma amacıyla bilerek kapatılabilir.

4.2. Dünya'nın iklimi Güneş'ten etkilenir mi?

Dünya ikliminin enerji kaynağı Güneş'tir. Güneş randımanındaki küçük bir değişimin hava ve iklim şartları üstünde dramatik etkisi olabilir.

Tüm yıldızlar gibi Güneş de ömrü boyunca giderek daha parlak ve sıcak hale geldi. Uzak gelecekte Dünya yaşama elverişsiz sıcaklığa erişecek.

Daha kısa zaman ölçeklerinde etki çok belirgin değil. Ama ölçümlere göre Güneş maksimumunda Güneş biraz daha fazla enerji üretiyor (%0,1).

Dünya ikliminin bu değişimlere tepkisi önem arz etmeyecek kadar yavaş olabilir çünkü Güneş döngüsü sadece ortalama 11 yıl sürer.

1645-1715 arası, Maunder Minimumu denen Güneş'in düşük faaliyet dönemi, Küçük Buzul Çağı'yla çakışmıştı. Avrupa normalden 1 °C soğuktu.

20. yüzyılda görülen ortalamadan yüksek Güneş faaliyeti, küresel ısınmaya katkıda bulunmuş olabilir. Ancak bu konu oldukça tartışmalı.

Güneş'in direkt etkisi (irradiyans) dışında düşük Güneş faaliyeti de gün ışığı yansıtan bulutların oluşumunu tetikleyip Dünya'yı soğutabilir.

Teori: Güneş minimumunda Güneş rüzgârı daha güçsüzdür, bu yüzden dış uzaydan gelen daha enerjik kozmik ışınlar Dünya atmosferine girebilir.

Kozmik ışınlar havadaki atomları elektronlarından ayırır, oluşan yüklü iyonlar, etrafında su damlaları (bulut) yoğunlaşmış "tohumlar" gibidir.

Bilimsel uzlaş: Küresel ısınma büyük oranda fosil yakıt kullanımına bağlı. Güneş ikincil rol oynuyor olabilir ama tam katkısı bilinmiyor.

Uzun süreli yüksek/düşük Güneş faaliyeti iklimi etkilediği için, yeni bir Maunder Minimumu, küresel ısınmayı bir süre telafi edebilirdi.

Çok uzun vadede Dünya tıpkı Venüs gibi denetimden çıkmış sera etkisi yaşayacak. Okyanuslar kaynayacak, gezegen kızaracak.

43. Güneş sonsuza dek yaşayacak mı?

Hiçbir şey sonsuza dek yaşamaz, derler. Her şey gibi Güneş için de geçerlidir bu.

Güneş saniyede yaklaşık 400 milyon ton hidrojeni helyuma dönüştürür, yan ürünü ise Güneş ışığıdır. Hidrojen deposu günün birinde tükenecek.

Hidrojen helyuma dönüştükçe helyumun “külleri” Güneş’in ortasına düşer. 5 milyar yıl içinde Güneş çekirdeğinde hiç hidrojen kalmayacak.

Bugün 4,55 milyar yaşında olan Güneş, istikrarlı hidrojen tüketiminin, yani “ana sekans” yaşamanın hemen hemen yarısındadır.

Biriken helyum külleri Güneş’in çekirdeğini daha yoğun ve sıcak yapar çünkü helyum hidrojenden ağırdır. Kısaca Güneş ısı kaybettiğinde ısınır!

Güneş şimdiden oluşumuna kıyasla %30 daha parlaktır. (S: Yeni doğan Dünya neden donmadı? Y: Sera gazları gezegeni sıcak tutmuş olabilir.)

Gelecekte Güneş çekirdeği daha çok yoğunlaşıp ısınacak. Dışarı akan ısı fazlası dış katmanı muazzam şişirerek bir “kırmızı dev” yaratacak.

Kırmızı dev kor gibi soğumuştur ama devasa yüzey alanı dolayısıyla Güneş’in 10.000 katı kadar ışınlatabilir.

Dünya ileride kavrulacak, kapkara bir cürufa dönüşecek. Peki, şişen Güneş onu gerçekten yutacak mı? Orası kesin değil.

Kırmızı devler dış tabakalarını uzaya püskürtür. Güneş de kütle kaybedecek ve kütleçekimsel kavrayışı azalacak. Dünya ondan uzaklaşacak.

Dolayısıyla Güneş Dünya yörüngesini içine alacak şekilde şişse de, o duruma geldiğinde Dünya artık orada olmayacak!

Güneş

Kırmızı dev aşamasında Güneş'in ısısı iyice coşacak. Nihayetinde soğuyacak ve büzüşerek süper yoğun "beyaz cüceye" dönüşecek.

Beyaz cüce Dünya büyüklüğündedir (bir küp şeker kadarı koca bir araba ağırlığındadır). Soğuyup yokluğa karışan bir yıldız korunu andırır.

Şair T. S. Eliot'ın sözleriyle Güneş "patlamayla değil inlemeyle" son bulacaktır.

Güneş Sistemi

44. Güneş sistemi nereden geldi?

Başlangıçta yıldızlararası uzayda, fondaki yıldızlara kıyasla mürekkep lekesini andıran soğuk (-260°C), karanlık bir gaz ve toz bulutuydu.

(Muhtemelen) patlayan bir yıldızın (süpernova) yarattığı basınç dalgasıyla tetiklenmemiş olsa, bulut sonsuza dek öylece asılı kalabilirdi.

Yaklaşık 4,55 milyar yıl önce bulut kendi kütleçekimi altında büzüşmeye başladı, gazlar giderek sıkıştı.

Sıkışan gaz ısınır. Dolayısıyla ısınan gazın dışı doğru uyguladığı kuvvet, sıkışmakta olan gazı durdurmuş olmalı.

Ama moleküler hidrojen, karbonmonoksit vs ışık formunda (mikrodalga) ısı saçtı, dışarı kaçan ısı, bulutun kütleçekime direncini yok etti.

Bulut (Samanyolu yavaş döndüğü için) ilk başlarda yavaş döndü ama sıkıştıkça, kollarını kapatan bir buz patenci gibi giderek hızlandı.

Bulut dışı yönelik "merkezkaç" kuvvetinin kütleçekime karşı koyduğu bel kısmı çevresinden çok, kutuplar arasında hızlı büzüşerek yassılaştı.

Gazlar bulutun merkezinde sıkışarak milyonlarca dereceye dek ısındı. Güneş ışığı üreten nükleer tepkimeler devreye girdi ve Güneş doğdu.

Yeni doğmuş Güneş'in etrafında dönen enkaz diskinde toz taneleri çarpışarak yapıştı ve km'lik "gezegenimsiler" büyüklüğünde parçalar oluştu.

Güneş sistemi oluşumun son şiddetli aşamalarında gezegenimsiler tekrar tekrar çarpışarak zamanla, Dünya dâhil, gezegenleri oluşturdu.

Simülasyonlara göre 10x Dünya kütleli cisimler oluştu. Yani, embriyonik dev gezegenlerle karşılaşan Dünya'nın kardeşleri uzaya savruldu.

Ancak Güneş sistemi yalnız doğmadı. Yıldızların yuvası uçsuz bucaksız bulutun diğer yerlerinde başka yıldızlar ve gezegenler de doğdu.

Büyük kütleli (hızlı yaşayan) yakın yıldızların süpernovaları genç Güneş Sistemi'ni sarstı. Göktaşlarında nükleer süpernova enkazı bulundu.

45. Gezegen nedir?

Gezegen sözcüğü Yunanca "gezgin" anlamındaki plants sözünden gelir. Gezegenler yıldızlarla dolu uzayda dönen gök cisimleridir.

Antik çağda yedi gezegen biliniyordu: Güneş, Ay, Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn. Dünya gezegen olarak görülüyordu.

Nicolaus Copernicus'un "Güneş merkezli" görüşü (1543): Gezegen Güneş çevresinde dönen cisimdir; Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn.

Yıldızla gezegen arasındaki fark: Kısaca yıldız büyük ve sıcaktır, ışık ve ısı yayar; gezegen küçük ve soğuktur, yıldızdan ısı ve ışık alır.

Gece gökteki farkları: Gezegenler genelde daha parlak görünür, yıldızlar kadar titremez ve yıldızlar arasında yavaşça konum değiştirirler.

Güneş etrafında dönen her şey gezegen sayılmaz. Başlıca istisnalar kuyrukluyıldızlar ve asteroitlerdir, küçük gezegen diye de bilinirler.

Neptün yörüngesinin ötesindeki "Kuiper Kuşağı'nda" Pluto'ımsu pek çok buzul cisim keşfedilince "gezegen"i yeniden tanımlamak gerekti.

Üç ana özelliği: 1) Güneş etrafında dönmeli. 2) Kendi kütleçekiminden dolayı küresel olmalı. 3) Yörüngesindeki "enkazı temizlemiş" olmalı.

Güneş Sistemi'nde sadece sekiz cisim bu kriterlere uygun: Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün.

Bazı cisimler 1. ve 2. kriterlere uyar ama 3.'ye değil. Başlıcaları, cüce gezegenler de denen asteroit Ceres ile Kuiper Kuşağı cismi Pluto.

4. kriter adayı: Gezegenin kütlesi ~14 Jüpiter kütlesinden az olmalı. Eğer çoksa o, bir miktar nükleer füzyon sergileyen kahverengi cücedir.

Bazı gökbilimcilerin önerdiği 5. kriter: Gezegen yeni doğmuş bir yıldızın etrafında dönen enkaz diskindeki maddenin kümeleşmesiyle oluşmalı.

Güneş Sistemi'mizde sadece 8 gezegen bilinse de, diğer yıldızların yörüngesinde 500'den fazla "dış gezegen" keşfedildi.

46. Gezegenler neden yuvarlaktır?

Kütleçekim tüm kütleler arasındaki evrensel çekim kuvvetidir, bu yüzden her cisim yığını diğer her cisim yığınına kendine çekmeye çalışır.

Madde serbestçe akabilirse, küre oluşturur; yığının her parçasının diğer parçalara olabildiğince yakın olmasını garantileyen şekildir bu.

Jüpiter ve Satürn gibi dev gezegenler akışkan gazlardan (ve gazın sıkıştığı derinlerdeki sıvıdan) meydana gelir. Bu yüzden yuvarlaktırlar.

Aslında Jüpiter ile Satürn'ün bel kısmı şişkindir. Hızlı döndükleri için ekvatorlarındaki gazlar dışa doğru savrulma eğilimindedir.

Kayalık ve buzul cisimler farklıdır. Küçükse, kütleçekim iç kısımları akış sağlayacak kadar sıkıştırılmaz; cisim patates gibi girintili olur.

Ancak cisim ne kadar büyükse maddeyi bir araya çekip sıkıştıran kütleçekim kuvveti de o kadar güçlü olur.

Belli bir büyüklükte kütleçekim iç kısmı akışkanlaştıracak güce erişir. Kayalık cisimde eşik ~400 km'lik endir; buzul cisimde ~600 km.

Sonuç olarak Güneş Sistemi'nde eni ~400 km'den büyük tüm kayalık cisimler yuvarlaktır; tıpkı eni ~600 km'den büyük buzul cisimler gibi.

Yani bu, maddeyi ezen kütleçekim ile maddeye kütleçekime karşı koyan gerginliği veren elektromanyetik (EM) kuvvet arasındaki bir çekişmedir.

Komşu atomlardaki elektronlara birbirlerini ittiren EM kuvvet, kütleçekim kuvvetinden 1000 trilyon kere trilyon kere trilyon kat büyüktür...

... Bu yüzden, kütleçekimin kazanabilmesi için, çok sayıda atomun kenetlenmesi –yani büyük bir gök cisminin olması– gerekir.

Elbette ki yeterli kütle varsa kütleçekim üstün gelir ve evrende hiçbir şey onu alt edemez. Sonuç: Karadelik. Ama o apayrı bir hikâyedir!

47. En küçük gezegen hangisidir?

Güneş Sistemi'mizdeki en küçük gezegen Merkür'dür. Sadece 4880 km'lik çapıyla uydumuz Ay'dan yalnızca %40 oranında büyüktür.

Gezegen rekorları Merkür'ün elinde: En küçük, en içte, en hızlı, en yoğun, en büyük sıcaklık değişimi, en yassı ve eğimli yörünge.

Güneş'e çok yakın olan (58m km) Merkür gün doğumu ve batımında, ufku hemen üstünde görülür. Ufukta bina veya ağaç varsa görülmeyebilir.

Teleskopla yapılan yüzey izleri incelemesi Merkür'ün daima bir yüzünün Güneş'e dönük olduğunu işaret eder yöndeydi.

Ama 1960'larda yapılan radar gözlemleri Merkür'ün 88 günlük Güneş yörüngesi turunun 2/3'ü olan 59 günde, kendi etrafında döndüğünü gösterdi.

Ay gibi yüzeyi çarpışma hasarlarıyla dolu olan Merkür de kraterlidir. Bir zamanlar faal olan yanardağları birkaç milyar yıl önce söndü.

Yüksek sıcaklığı ve zayıf kütleçekimi (Dünya'nın %37'si) yüzünden Merkür'ün atmosferi yoktur. Sıcaklık: (gündüz) +450 °C, (gece) -185 °C.

Merkür'de buz kanıtları olması şaşırtıcıdır. Eksenini Dünya gibi eğik değildir; kutuplardaki derin kraterlerin tabanları hep karanlıktadır.

Demir/nikel çekirdeği Merkür'e kıyasla çok büyüktür. Çekirdek kısmen eriyikse ve dolaşan akıntıları varsa bu, manyetik alanı açıklayabilir.

Demir çekirdek büyük çünkü Merkür uzak geçmişte belki çok daha iriydi. Etkili bir çarpışma belki kayaç mantoyu büyük oranda uzaya fırlattı.

Merkür'e giden ilk uzay aracı *Mariner 10*: 1974-75'de üç yakın-uçuşla gezegenin yansını haritaladı. Kraterlere sanatçı isimleri verildi.

Mart 2011'de NASA uzay aracı *Messenger* yörüngeye girdi. Merkür'ün yüzey özelliklerini, manyetik alanını ve iç yapısını inceliyor.

48. Venüs neden cehennem gibi bir yer?

Venüs gökte Güneş ve Ay'dan sonra en parlak cisimdir. Büyüleyici, güzel görünümü yüzünden ismini Roma aşk tanrıçasından alır.

Güneş'e Dünya'dan daha yakın olduğu için (108m km) sadece gün batımından sonra (akşam yıldızı)/gün doğumundan önce (sabah yıldızı) görülür.

12.130 km'lik çapıyla Dünya'dan çok az küçüktür. İç yapısı da –demir çekirdek, kayaç manto– muhtemelen çok benzeşir.

Venüs'te Dünya'daki gibi "plakalar" yok gibidir ama yüzeyi, muhtemelen küresel volkanizm veya başka jeolojik olaylar yüzünden epey gençtir.

Venüs sanki ters duruyormuş gibi tersine döner. Ayrıca bir günü (243 Dünya günü) bir yılından (225 gün) uzundur. Nedeni bilinmiyor.

(İlk gezegenler arası uzay aracı) *Mariner 2*, 1962'de 500 °C'lik yüksek yüzey sıcaklığını ortaya koydu. Nedeni: Güçlü sera etkisi.

(Karbondiyoksit ağırlıklı) kalın atmosfer: Yüzey basıncı Dünya'nın 90x. Sülfürik asit içeren yüzey kalın bulutlar ardına saklı.

Kurşunu eritecek yükseklikte sıcaklığı, ezici yüzey basıncı, asit bulutları ve vahşi şimşekleriyle Venüs adeta bir cehennemdir.

1970'lerde Sovyet *Venera* iniş araçları bulutların arasından paraşütle yere inerek yüzeyi fotoğrafladı. Zor koşullar araçları hızla yok etti.

1990-94, NASA *Magellan* uzay aracı gezegenin yörüngesine girerek bulut radarıyla yüzeyi haritaladı. Ovalar, kraterler, volkanlar "gördü".

Avrupa'nın gönderdiği *Venus Express* Nisan 2006'dan bu yana yörüngede atmosfer/iklim inceliyor. Isı algılayıcılarla faal yanardağ arıyor.

Venüs'ün (radara önyak olan 19. yy İskoç bilimcisinin adıyla anılan Maxwell Dağları hariç) tüm yüzey şekillerine kadın isimleri verildi.

49. Mars neden kırmızı?

Çarpıcı kırmızı rengi yüzünden Mars'a Roma savaş tanrısının adı verildi. Mars 1,88 yılda bir Güneş'in etrafındaki turunu tamamlar.

Güneş'ten 228m km uzakta olan Mars Dünya yörüngesinin dışında döner. Dünya (26 ayda bir) onu geride bıraktığında Mars gece boyu görülebilir.

Teleskopla bakıldığında Mars Dünya'yla benzer görünür: Koyu yüzey şekilleri, kutup başlıkları, eğik eksen, 24,6 saatlik gün.

Ana fark: Mars çok daha küçüktür (6794 km). Yüzey kütleçekimi Dünya'nın sadece %38'idir. Ancak CO₂ ağırlıklı, ince bir atmosfer tutabilir.

Merkür ve Venüs'ün doğal uydusu yokken, Dünya'nın bir, Mars'ın ise iki uydusu vardır: Phobos (27 km) ve 1877'de keşfedilen Deimos (15 km).

1972'de *Mariner 9* yörüngeden Mars'ı haritaladı, dev kanyonlar, dev yanardağlar, kuru nehir yatakları, boş kanallar ve kum tepeleri keşfetti.

Valles Marineris (4000 km boy, 6 km derinlik) Güneş Sistemi'nin en iri kanyonudur. Olympus Mons (500 km boy, 25 km yükseklik) en ulu dağdır.

Mars'ın yüzey sıcaklığı +10 ile -80 °C arasında değişir. Gezegen büyük oranda kayalık çöldür, soğuk/kuraktır. Küresel toz fırtınaları çoktur.

Mars'ın kızıl rengi pastan kaynaklanır (demir oksit). Yüzeyin ilk renkli fotoğrafları 1976'da iki *Viking* iniş aracıyla çekildi.

Evren Tweetlendi

Kızıl Gezegen'i birçok yörünge aracı inceledi. Devam edenler: *Mars Reconnaissance Orbiter*, *Mars Odyssey* (ikisi NASA) ve *Mars Express* (ESA).

Mars keşif araçları da oldu. *Spirit* ve *Opportunity* 2004 başında indi. *Opportunity* hala aktif. Araçlar eski okyanus ve nehir kanıtları buldu.

Mars'ta insan uzak bir hayal. Daha mütevazı bir hedef: Mars'tan Dünya'ya kaya getirip fosil mikroorganizma incelemesi yapmak.

50. Venüs, Dünya ve Mars neden birbirinden bu kadar farklı?

Venüs Güneş'e Dünya'dan daha yakındır, Mars ise daha uzak ve küçük. Ancak jeolojik anlamda bu üç gezegen çok da farklı sayılmaz.

Oluşumlarından kısa süre sonra büyük olasılıkla hepsinin ılıman sıcaklığı, yüzey suyu ve metan ile amonyak içeren kalın bir atmosferi vardı.

Bugün Venüs, Dünya ve Mars çok farklıdır. Venüs kaynayıp kurudu. Mars dondu. Sadece Dünya yaşama elverişli kaldı.

Volkanizm Genç Venüs'te CO_2 üretti. Isının sera etkisiyle hapsedilmesi sonucu yüzey sıcaklığı yükseldi, okyanuslar buharlaşmaya başladı.

Su buharı sera etkisini şiddetlendirdi. Tüm sıvılar kaynayıp buharlaştı. Güneş'in UV ışığı atmosferdeki su moleküllerini parçaladı.

Ortaya çıkan hidrojen uzaya kaçtı, oksijen yüzey kayalarına bağlandı. Su döngüsü ortadan kalkınca atmosferde CO_2 birikimi devam etti.

Venüs'te Dünya'daki gibi plaka tektoniği olsa, karbon içeren kayalar kısmen geri dönüşüme girerdi ve CO_2 birikimi daha yavaş olurdu.

Ancak belki de kayganlaştırıcı suyun eksikliği plaka tektoniğini geciktirdi. Bu ve Güneş'e yakınlık gezegenin cehennemî kaderini hazırladı.

Buna karşılık Dünya'dan küçük olan Mars ısını daha hızlı yitirdi. İç kısmı katılaşırken, kendisi jeolojik anlamda öldü ve yüzeyi dondu.

Sera gazı CO_2 'yi püskürtecek yanardağlar olmayınca gezegen ısı hapsedici örtüden yoksun kaldı. Sıcaklık hızla düştü. Su dondu.

Koruyucu bir manyetik alanı ve atmosferi tutacak güçte bir kütleçekimi olmayan Mars'ın incelen atmosferi, Güneş rüzgânıyla sıynılıp gitti.

Mars daha büyük (daha fazla ısı, daha güçlü kütleçekim) ya da Güneş'e daha yakın olsa dondurucu kaderinden kurtulabilirdi.

Evren Tweetlendi

Dünya Güneş'e daha yakın olsa Venüs gibi buharlaşıp kururdu. Daha küçük olsa Mars gibi donar ve atmosferini yitirirdi.

Venüs, çok fazla CO₂'nin bir gezegeni aşırı sıcak, Mars ise çok az CO₂'nin aşırı soğuk yapacağını gösteriyor. Her ikisi de bize bir uyarı.

Dünya'da her şey su ve yaşamın varlığı için tamı tamına doğru orandaydı. Böyle bir gezegende yaşadığımız için gerçekten şanslıyız.

51. Mars'ta su var mı?

Hem de çok. Ama hepsi donmuş halde. Suyun çoğu yüksek enlemlerdeki yüzey altı buzullarında kilitli. Kutup başlıklarında da bolca buz var.

19. yy sonu: Giovanni Schiaparelli Mars'ta gözlemlediği düz çizgilere *canali* (suyolları) adını verdi. Terim dile "kanallar" diye çevrildi.

Percival Lowell bunların Marslılar tarafından kuru ekvator bölgelerini kutup suyuyla sulamak için yapılmış yapay suyolları olduğunu düşündü.

Mars kanalları görsel yanılsamaydı. Ama uzay sondaları sonradan Mars'ta eski suya işaret eden kurumuş yüzeysel ve dışa açık kanallar buldu.

NASA aracı *Viking* Mars'ta suyun varlığını doğruladı. Kutup başlıkları büyük oranda donmuş CO₂ ama önemli ölçüde buzlu su da içeriyordu.

Donmuş toprak denebilecek yüzey altı buzlarını *Mars Odyssey* (nötron spektrometre verileri) ve *Mars Express* (radar ölçümleri) ortaya koydu.

Yüzey altı buzunu gerçekten kazıp çıkaran ise kutup bölgesine iniş yapan uzay aracı *Phoenix* oldu. Yeni soru: Mars'ta hiç sıvı su oldu mu?

Kanallar ve nehirle ilintili diğer yapılar atmosferin kalın, gezegenin ılık olduğu birkaç milyar yıl öncesinde sıvı su varlığını gösteriyor.

Aslında suda oluşmuş ve *Opportunity* tarafından bulunan mineraller uzak geçmişte Mars'ta göller ve denizler olduğunu doğruluyor.

Mars bir zamanlar düşük rakımlı kuzey yarımküreye yayılan engin okyanuslarla dolu bir su dünyasıydı. Belki tıpkı Dünya'ya benziyordu.

Kraterlerin iç yamaçlarındaki su olukları bugün bile yüzey altı buzun arada eriyip yüzeyde akıyor olabileceğini gösteriyor.

Ne yazık ki Dünya'nın sadece %7'si kadar bir atmosfer basıncına sahip olan Mars'ta yüzeye çıkan su hemen buharlaşır.

52. Mars'taki yüzü uzun bir medeniyet mi inşa etti?

Onun yerine Ayer Kayalığı'nı (Avustralya) uzaylılar mı yaptı deseniz aynı şey. "Mars yüzü" dikkat çekici olsa da sadece doğal bir oluşumdur.

Viking aracından gelme bulanık bir fotoğrafta keşfedilen şekil, ağzı, gözleri, burun delikleri olan bir yüzü hafif andıran ırak bir tepedir.

Yanılsamayı yaratan ışık, gölgeler ve fotoğraf kusurlarıydı. Sonraki net fotoğraflar Mars Yüzü'nün bir yüksek ova oluşumu olduğunu gösterdi.

Bazıları yine de NASA'nın kayıp Mars medeniyetine dair kanıtları örtbas ettiğini düşünüyor ki bu kişileri bunun aksine ikna etmek imkânsız.

Mars'ta akıllı yaşam –genelde yeşil & yapışkanlı varlıklar– bilimkurgunun ana temalarından biridir. Örneğin, H. G. Wells'in *Dünyalar Savaşı*.

Gökbilimciler 1960'lara kadar Mars'ta liken ya da basit bitkiler hayal ettiler. Arthur C. Clarke banyan ağaçlarının varlığına bile inandı.

NASA'nın 1976 *Viking* araçlarında yapılan biyoloji deneyinde tuhaf toprak kimyası bulundu. Deneyci hâlâ Mars mikrobu bulunduğunu öne sürüyor.

Mars'ın ılıman, yağışlı tarihi, geçmişte yaşamın yeşermiş olabileceğine işaret. Bundan sonra yapılacak seferlerde mikrop kanıtları aranacak.

Bazı mikroorganizmalar ölümcül kozmik ışıklardan ve Güneş UV'sinden uzak, yüzey altı su çukurlarında bugüne dek yaşamış bile olabilir.

Yaşamın göstergelerinden biri metandır ve ilginçtir ki bu gaz Mars'ta tespit edildi. Bu, bugün orada yaşam olduğunun işareti olabilir.

Mars'ın uzak geçmişinde yaşam yeşerdiyse mikroplar kozmik çarpışmalarla uzaya savrulan Mars göktaşlarının içinde Dünya'ya gelmiş olabilir.

Eğer öyle olduysa Dünya'daki yaşamın kökeni Mars olabilir. O durumda, gerçek bir Mars Yüzü görmek istiyorsanız, aynaya bakın diyebiliriz.

53. Asteroit kuşağının içinden geçiş ne kadar tehlikeli?

Yarım milyondan fazla asteroit biliniyor. Çoğu Mars-Jüpiter yörüngesi arasında Güneş etrafında dönüyor. Kalabalık/tehlikeli bir yer sanki.

Ama siz bilimkurgu filmlerine inanmayın. Asteroitler arası ortalama mesafe Dünya-Ay mesafesine benzer. Asteroit kuşağı daha çok boş uzaydır.

Ayrıca asteroitlerin çoğu küçüktür. Sadece 200'ünün boyu 100 km'yi aşar. Tüm asteroitlerin toplam kütlesi Ay kütlesinin sadece %4'üdür.

Yine de asteroit kuşağında çarpışmalar gerçekleşerek benzer yörüngeye ve eş kompozisyona sahip küçük gök cismi aileleri yaratır.

1973'ten beri birkaç uzay sondası asteroit kuşağının içinden sorunsuz geçiş yaptı. Hatta bazıları asteroite iniş yaptı.

İlk asteroit Ceres'i 1801'de Giuseppe Piazzi keşfetti. Ceres, Mars ile Jüpiter arasındaki boşlukta öngörülen "kayıp gezegen" gibi düşünüldü.

Ama birkaç yıl içinde aynı bölgede 3 "gezegen" daha bulundu: Palas, Juno, Vesta. 1840'larda Güneş Sistemi'ndeki gezegen sayısı 11'e ulaştı.

Kısa sürede yüzlerce cisim keşfedildi. Gökbilimciler anladılar ki Ceres yeni bir sınıf olan asteroitlerin (küçük gezegen) en iri üyesiydi.

975 km'lik Ceres kendi kütleçekimiyle küre biçimini alabilmiş büyüklükteki tek asteroittir. Aslında "cüce gezegen" sayılır.

Asteroitlerin çoğu yumru kayalar/gözenekli taş-birikinti yığınlarından ibarettir. Bazıları ikilidir. Çoğunun bir, hatta iki uydusu vardır.

Evren Tweetlendi

Uzay aracının gittiği asteroitler: Gaspra, İda (uydusu Dactyl), Mathilde, Braille, Eros, Annefrank, İtokawa, Steins, Vesta ve Lutetia.

NASA'nın Eylül 2007'de fırlatılan *Dawn* uzay aracı Temmuz 2011'de Vesta yörüngesine girdi. Ardından Ceres'e yol alacak, 2015'te varacak.

Asteroitler Güneş Sistemi oluşumunun artıklarıdır. Onları gezegenleri oluşturan gezegenimsiler ve ilkel gezegenlerle karşılaştırmak mümkün.

54. Dinozorları ölümcül bir asteroit mi yok etti?

Çoğu asteroit Mars-Jüpiter yörüngeleri arasında, asteroit kuşağında Güneş etrafında döner. Bu "ana kuşak" asteroitleri tehlike oluşturmaz.

Ama çarpışmalar ve/veya Jüpiter'in kütleçekimsel itmeleri sonucu bazı asteroitler iç Güneş Sistemi'ne girerek Dünya yörüngesinden geçebilir.

Kuyruklu yıldızları da içeren bu "Dünya'ya yakın cisimler" (DYC) Dünya'ya düşerek küresel felakete yol açabilir. Önceden oldu; yine olacak.

1908'de Sibirya, Tunguska'daki patlama 2000 kilometrekarelik ormanı yok etti. Nedeni: Birkaç ev boyutunda (30 m) bir kuyruklu yıldız parçası.

Boyu bir km'yi aşan Arizona Meteor Krateri birkaç katlı ev boyutunda (50 m) bir demir göktaşının düşmesiyle oluştu.

Daha büyük çarpışmalar daha az görülür. Yaklaşık 500.000 yılda bir Dünya'ya 1 km'lik; 100m yılda bir 10 km'lik ve üstü asteroit düşer.

65m yıl önce dinozorlar ve başka birçok tür yok oldu. Aynı zamanlarda Dünya'ya 10 km'lik bir kuyruklu yıldız veya asteroit düştü.

Yok olmaya çarpışma yol açmamış olabilir. Asıl neden, Hindistan'da "Deccan Tuzakları" nı oluşturan aşırı volkanik lav akışı olabilir.

Yine de DYC'ler gerçek tehlike oluşturur. Küresel yangınlar/tsunamiler yaratabilir. Stratosferdeki toz gün ışığını yıllarca engelleyebilir.

Araştırma teleskopları gökteki "tehlike potansiyeli olan cisimleri" (TPC) tanyor. Amaç 2020'den önce 140 m'den büyük TPC'leri belirlemek.

Eğer varsa, ölümcül asteroitin yörüngesi roket gücü, yakın nükleer patlama veya dev uzay aracının kütleçekimi yöntemiyle değiştirilebilecek.

Dinozor felaketinin olumlu sonuçları da oldu. Geride memelilere bolca yaşam alanı kaldı. Ölümcül asteroit olmasa bizler de olmayabilirdik.

55. Jüpiter başarısız bir güneş mi?

2010: *Odyssey 2* filminde uzaylılar Jüpiter'in buzul uydusu Europa'da yeşeren yaşama yardım için Jüpiter'i ikinci bir güneşe dönüştürürler.

Peki, Jüpiter sahiden güneş olamamış bir gezegen midir? Işık üreten nükleer reaksiyonlara, yerküre göğünde ısıdamaya ne kadar yaklaşmıştı?

1. Önemli olgu: Hidrojen-helyum füzyonunun –Güneş'in enerji kaynağı– tetiklenmesi için 10 milyon dereceden fazla merkezi sıcaklık gerekir.

2. Önemli olgu: Devasa bir gaz topunun kütleçekimi topu sıkıştırıp ısıtır. Kütle ne kadar büyükse sıkıştırma ve ısınma o kadar fazla olur.

Yaklaşık 10 milyon derecelik bir sıcaklığa erişebilmek için Güneş kütesinin %8'ine veya 80 Jüpiter'e denk bir kütle gerekir.

Dolayısıyla Jüpiter ikinci bir güneş olma yolundan hayli geniş bir marjla döndü. Ancak işin bir püf noktası var...

Jüpiter Güneş'ten aldığı ısının neredeyse iki katını dışarı verir (çekirdek ağır ağır büzüştüğü için kütleçekimsel enerji ısıya dönüşür).

Bu nedenle Jüpiter şu gezegen tanımına tam olarak uymaz: Kendi ışık/ısıyla değil yıldızdan yansıyanla parlayan cisim.

Uzaylılar 2010'da Jüpiter'i nasıl güneş yaptılar? Kütleçekim içten emdiğine ve bu işi yapamayacağına göre, dıştan sıkıştırmış olmalılar.

Jüpiter Güneş'e uzaklıkta 5. sıradadır. 143.000 km'lik ekvatoruyla Güneş Sistemi'nin en büyük gezegenidir.

Güneş etrafındaki turunu 11,86 yılda tamamlar. Güneş'e 778,5m km uzaklıkta olduğu halde, Venüs hariç, gece gökteki en parlak gezegendir.

56. Jüpiter'in görünümü değişiyor mu?

Jüpiter bir gaz gezegenidir. Temelde sadece atmosferden oluşur. Bizim dışarıdan gördüğümüz, bulut oluşumlarıdır. Çok dinamik ve değişkendir.

Hızlı döndüğü için bulutlar kuşaklara, bantlara yayılmıştır. 9 saat 55 dakikada bir tur tamamlanır, ekvatorunda 45.300 km/saat'e denk gelir.

Küçük teleskopla bakıldığında ekvatorun iki yanında iki koyu bulut kuşağı görülür ama onlar bile sabit değildi: Güneydeki 2010'da kaydoldu.

Büyük Kırmızı Leke (BKL) de küçük teleskopla görülür. Kısmen güney ekvator kuşağına gömülü devasa bir antisiklonik fırtına sistemidir bu.

BKL'yi ilk kez 1664'de Robert Hook tanımladı. 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren sürekli gözlemlendi. Boyutu ve rengi değişir.

Ortalama boyutu: 30.000 x 13.000 km, yani Dünya'nın iki katı. Renk: Genelde somon ama açık ila koyu turuncu/kırmızı arasında değişir.

BKL saatin ters yönünde 6 günde dönüş tamamlar. Merkezî üst bulutlar daha soğuk ve çevreden ~8 km yüksektir. Rüzgâr hızı 450 km/saate çıkar.

Kırmızı rengin nedeni belirsizdir. Jüpiter atmosferinin alçak seviyelerinden yukarı sürüklenen organik fosfor/sülfür bileşimleri olabilir.

Büyük teleskop/uzay sondasıyla küçük lekeler de görülebilir: Beyaz ovalar. Bazısı zamanla birleşip büyür. Yeni Kırmızı Lekeler oluşabilir.

Temmuz 1994'te Shoemaker-Levy 9 kuyruklu yıldızının parçaları Jüpiter atmosferine düşerek zamanla kaybolan geçici koyu lekeler oluştu.

Evren Tweetlendi

Son yıllarda amatör gökbilimciler başka geçici koyu lekeler ve muhtemelen çarpışmalarla bağlantılı, ani ışık çakmaları da keşfettiler.

Kısaca: Gezegen sürekli değiştiği için Jüpiter atlası diye bir şeyin anlamı olmaz. Fakat değişimlerin çoğunu küçük teleskopla görmek zordur.

NASA'nın Temmuz 2016'da Jüpiter'e varacak olan *Juno* uzay aracı değişken atmosferi ayrıntısıyla inceleyecek.

57. Jüpiter uydularının ne özelliği var?

Jüpiter'in küçük teleskopla görülebilen 4 dev uydusu 1610'da Galileo tarafından Padua'da keşfedildi ve "Galileo uyduları" adını aldı.

Keşif, etrafında cisimler dönen bir gök cisminin daha varlığını gösterdi. Bu da Dünya'yı evrene merkez alan kilise destekli görüşü yıprattı.

Jüpiter'in dev uyduları, ses hızından milyon kat hızlı olduğu halde, ışık hızının ilk kez hatasız tahmin edilmesine olanak sağladı.

1676, Ole Christensen Rømer'in keşfi: Dünya Jüpiter'e göre Güneş'in uzak yanındayken, uydular Jüpiter'in arkasına 22 dakika geç geçer.

22 dakika = Işığın Dünya yörüngesini aşma süresi. Mesafeyi bilen Rømer ışık hızını hesapladı; 225.000 km/sn. Bugünkü değer = 300.000 km/sn.

Galileo uydularından Io Güneş Sistemi'ndeki en sıcak cisimdir. Ne ilginç ki birim hacim başına ürettiği ısı Güneş'ten bile fazladır.

Squash topunu sürekli sıkarsanız, ısınır. Io da aynı nedenden dolayı sıcaktır. Sıkma işini yapansa Jüpiter'in muazzam kütleçekimidir.

Io Güneş Sistemi'nin en faal cisimdir. İçeriye eriyiktir. Yüzeyine yanardağlar serpiştirilmiştir. Her yıl uzaya 10 milyar ton madde pompalar.

Aslında Io'da yanardağ değil, gayzerler vardır. Yüzlerce km yükselip uzaya püsküren şey ise lav değil, aşırı ısınmış sülfür dioksit gazıdır.

İkinci dev uydu Europa, Güneş Sistemi'nin en büyük buz pistidir. Sistemin en büyük okyanusu Dünya'da değil Europa buzları altında olabilir.

Io gibi Europa da Jüpiter kütleçekimiyle sıkışıp esnemiştir. Isı buzul iç kısmı eritir. 10 km'lik buzul altı okyanus 100 km derinliktedir.

Europa Güneş Sistemi'nin en heyecan verici cisimidir. Okyanus karanlıktır ama Dünya'daki gibi deniz volkan bacaları etrafında yaşam olabilir.

Üçüncü Galileo uydusu Ganymede, Güneş Sistemi'nin en büyük uydusudur. 5262 km'lik eniyle Merkür gezegeninden bile büyüktür.

Ölümcül "Jüpiter radyasyon kuşakları" ötesindeki tek uydu, en dıştaki Callisto'dur. Jüpiter sistemini araştırmak için bu harika bir üstür.

58. Satürn suda yüzebilir mi?

Jüpiter gibi Satürn de dev gaz gezegenidir ama daha küçüktür: 120.500 km. 1,4 milyar km uzaktaki Satürn, Güneş turunu 29,5 yılda tamamlar.

Eski zamanlarda Satürn, en yavaş ve bilinen en uzak gezegendi. Adını Dünya ve göğün oğlu, Jüpiter'in babası, Roma tanrısından aldı.

Satürn küçük teleskopla görülebilen muhteşem halkalarıyla ünlüdür. İlk kez Galileo tarafından, 1610'da görüldü (ama kayda böyle geçmedi).

Halkaların gerçek yapısını 1655'de Hollandalı bilimci Christiaan Huygens keşfetti. Huygens Satürn'ün en büyük uydusu Titan'ı da keşfetti.

Jüpiter'in aksine Satürn'ün eğik eksen ve mevsimleri vardır. Kış yarımküresindeki halka gölgesi mevsimsel sıcaklık değişimlerine etki eder.

Güneş'e daha uzak Satürn, Jüpiter'den soğuktur. Bulutlar atmosfer derininde oluşur, daha az belirgindir, gezegene daha uysal görünüm verir.

İstisnalar: 1933 Büyük Beyaz Leke, İngiliz komedyen/amatör gökbilimci Will Hay tarafından görüldü. Yakın zamanda: Dev fırtına, Aralık 2010.

Satürn'ün kuzey kutbunda, 25.000 km eninde, gizemli altıgen kasırgalar vardır. Keşfeden: 2004'ten beri yörüngede olan uzay aracı *Cassini*.

Hızlı dönüşü -10s 39dk'da bir- Satürn'ün orta kısmını şişkinleştirir. Kutup çapı ekvator çapının %90'dır. Rüzgâr hızı 1800 km/saate varır.

Satürn büyük oranda hafif gazlardan oluşur: Hidrojen/helyum. Kütlesi Dünya'nın 95 katıdır. Ortalama yoğunluğu ise sadece 0,69 gr/cm³.

Yoğunluğu karaağaçla benzer. Yani yeterince büyük bir su kütlesi bulabilirseniz, Satürn onun içinde yüzer.

59. Satürn halkaları ne kadar ince?

Yanıt: İnanılmaz ince. İç kenardan dışa 100.000 km'lik alana yayılsa da Satürn'ün halkaları sadece 20 m kalınlığında olabilir.

Başka türlü söyleyelim: Halkalar toplanıp 1 km'lik çapa sıkıştırılsa en keskin jiletten daha ince olurdu.

Galileo bilim tarihinde bir devdi. Sarkaç salınımındaki düzenliliği, tüm cisimlerin aynı oranla düştüğünü anladı. Ama kariyerinin kötü anı...

...1610'da yeni model teleskobunu Satürn'e çevirip onun... "kulaklı bir gezegen" olduğunu ilan ettiği andı.

Galileo ertesi yıl Satürn'ün iki yanında birer büyük uydusu olduğunu düşündü ama uydular sonradan kayboldu. O da şaşkınlığını aşamadan öldü.

Sır 1655'te Christiaan Huygens'in Satürn'e büyük bir teleskopla bakıp onun bir halkalar sistemiyle çevrili olduğunu kavramasıyla çözüldü.

Satürn yörüngede dönerken, halkaların Dünya'dan görünüşü değişir. Yanken gözden kaybolur, açtıkça gerçekten kulak gibi görünür.

1858, James Clerk Maxwell'in kanıtı: Katı ya da sıvı, halkalar kararlı olamaz. Onlar birbirinden bağımsız dönen parçacık kümeleri olmalı.

Parçacıklar %99 donmuş sudur: Halkaların parlaklığı buradan gelir. Tipik ebat 1 cm olsa da, boyları toz tanesinden ev ebadına dek değişir.

Halkaların 400 milyon yaşında olduğu ve 250 km'lik buzul uydunun Satürn'e çok yaklaşıp parçalandığında oluştuğu düşünülmektedir.

1980'lerin başlarında NASA Voyager uzay aracı Satürn halkalarının aslında binlerce ince halkacıktan oluştuğunu ortaya koydu.

Güneş Sistemi

Satürn'ün aslında halkası yoktur; halka dediğimiz şeyler, eski bir plağın üstündeki yivler gibi çok sayıda sarmaldan ibarettir.

Enkaz titreşimi "sarmal yoğunluk dalgasını" dışa hareket ettirir. Dalga geçerken parçacıkları sıkıştırarak, "geçici" halkacıklar yaratır.

Samanyolu'nun "sarmal kollarını" da SY dalgası yaratır. İlginçtir ki Satürn halkaları sadece sarmal bir gökadanın daha sıkı sarmalanmışıdır.

60. Titan'da yüzebilir miyim?

Christiaan Huygens'in keşfi (1655) Titan, Satürn'ün en büyük, Güneş Sistemi'nin ikinci en büyük uydusudur. Merkür gezegeninden de büyük.

1944'te Gerard Kuiper Titan'da metan tespit etti. Atmosferin kesin bir kanıtı. Titan kayda değer bir atmosferi olan tek gezegen uydusudur.

Voyager uzay aracı atmosferin çok kalın olduğunu buldu. Ana bileşeni nitrojen. Puslu organik molekül tabakaları yüzeyi gözlerden saklar.

Titan'ın atmosferi Dünya'nın ilk zamanlarına benzer. Yüzey basıncı: Dünya'nın 1,45 katı. Ancak sıcaklık çok daha düşük: -180 °C.

14 Ocak 2005'te, Avrupa *Huygens* uzay sondası Titan'a yumuşak iniş yaptı. Orada buzun kaya; sıvı metan'ın su rolü oynadığını ortaya çıkardı.

Cassini uzay aracı radarla Titan'ın büyük bölümünü haritaladı. Sıvı metan ve etan gölleri ile metan yağmur fırtınalarına ait kanıtlar buldu.

Titan Dünya hariç, Güneş Sistemi'nde yüzey sıvısına sahip tek cisimdir. Yani, evet, orada yüzebilirsiniz. Çok sağlıklı olur, o ayrı.

Küçük ve buzlu Satürn uydusu Enceladus (500 km) da ilginçtir. Yüzey altı okyanusuna işaret eden su gayzerleri, buz ve tozu vardır.

Satürn'ün küçük iç uyduları kütleçekimleriyle halka sistemini şekillendirir. En iyi örnek: Mimas'ın oyduğu 4700 km'lik Cassini boşluğu.

İnce F halkası ve küçük boşluklar gibi pek çok küçük halka yapısı, küçük komşu/gömülü uyduların kütleçekimiyle oluşmuştur.

Güneş Sistemi

İapetus karanlık ve aydınlık yarımküreleriyle tuhaf bir çift-yüzlü uydudur. Ekvatordaki yükseltiye düşen halka maddesi yol açmış olabilir.

Küçük Phoebe (230 km) muhtemelen bir "centaur"dur. Yani, Satürn'ün kütleçekimle Neptün yörünge ötesinden yakaladığı bir Kuiper Kuşağı Cismi.

Hyperion (328 km) daha çok donmuş sudan oluşan, aşırı gözenekli, tuhaf bir gök cisimidir. Süngere benzer: Hacminin %40 kadarı boş uzaydır.

61. Uranüs neden yana yatık?

Tüm gezegenler yeni doğmuş Güneş etrafında dönen diskten oluştuğuna göre, hepsi ekvatorları yörünge düzleminde olacak şekilde dik dönmeli.

Bunun iki istisnası vardır: Ters duran, yörünge yönüne ters dönen Venüs; yan yatmış dönen Uranüs.

84,3 yılda Güneş etrafında dönen Uranüs'ün kuzey kutbu Güneş'e döner ve 42 yıl Güneş ışığı aldıktan sonra 42 yıl karanlıkta kalır.

S: Uranüs neden yana devrik durur? Y: Büyük bir cisimle çarpışma sonucu devrilmiş olabilir (Ay da benzeri bir çarpışmayla oluştu).

Sorun: Uranüs'ün ekvator yörüngesinde dönen uyduları da onun gibi eğiktir. Çarpışmanın Uranüs'ü de uyduları da devirdiğini düşünmek zordur.

2009'da Paris Gözlemevi'nden Gwenaél Boué ile Jacques Laskar alternatif bir teori önerdiler.

Yeni doğmuş Güneş etrafında dönen enkaz diski, kütleçekimle embriyonik Uranüs'ü sarsmış ya da onu dönen bir top gibi yalpalatmış olabilir.

Gezegenin eskiden kendi kütlelerinin %0,1'i kadar bir dev uydusu vardıysa iyice şiddetlenen yalpalama sonunda gezegeni yan yatırmış olabilir.

Peki, nerede o dev uydu? Boué ile Laskar'a göre çalındı! Onlara göre ilkel gezegen oluşum diski ile Uranüs arasındaki sürtünme...

...gezegenin disk içinde "göç etmesine" neden oldu. Göç eden gezegen başka bir dev gezegenin yanından geçti ve o, kütleçekimiyle uyduyu kapı.

Uzak ihtimal gibi görünse de Uranüs'ün Güneş Sistemi'nin 4 dev gezegeni içinde büyük uydusuz tek örnek olması gökbilimcileri hep şaşırttı.

Güneş Sistemi

Uranüs eski halkların bilmediğini öğrendiğimiz ilk gezegen. William Herschel onu İngiltere, Bath'daki evinin bahçesinden, 1781'de keşfetti.

Alman göçmeni Herschel gezegene Kral III George'un onuruna "George yıldızı" adını verdi. Fransızlar itiraz edince Almanlar Uranüs'ü önerdi.

Herschel'in keşfiyle Güneş Sistemi'nin boyutu 2x arttı. Çapı Dünya'nın 4 katı olan Uranüs'ün yörüngesi Güneş'e Dünya'nın 20 katı uzaklıkta.

Yan yatıyor olsa da Uranüs oldukça yavan ve özelliksizdir. Çoğu gökbilimciden "en sıkıcı gezegen" oyunu alır.

62. Neptün hep en dıştaki gezegen mi oldu?

Neptün aslında Galileo Galilei tarafından 1612'de görülüp kaydedildi. Galileo onu Jüpiter yakınında tespit etti, yanlışlıkla yıldız sandı.

Varlığı Uranüs'ün tutarsız yörüngesinden anlaşıldı. Görünmez bir gezegen onu çekiştiriyordu. Konumu Newton kütleçekim yasasıyla hesaplandı.

1840'ların ortasında İngiltere'de John Couch Adams (hatalı) ve Fransa'da Urbain Le Verrier tarafından (çok daha doğru) hesaplar yapıldı.

23 Eylül 1846, Johann Galle Berlin'de kayıp gezegeni buldu. Le Verrier'in öngördüğü yere yakındı. Roma deniz tanrısı Neptün'ün adını verdi.

Neptün'e giden ilk (ve tek) uzay aracı: NASA Voyager 2. 25 Ağustos, 1989. Gezegenin etrafında yeni uydular ve koyu, ince halkalar keşfetti.

Neptün de Dünya gibi mavidir. Rengi atmosferdeki metandan gelir. Azgın rüzgârları, dev fırtınaları ve sirrus benzeri saçak bulutları vardır.

49.530 km'lik Neptün 4 dev gezegenin en küçüğüdür. 16s 07 dk'da bir döner. Güneş'e 4,48 milyar km uzaklığıyla yörüngeyi ~165 yılda tamamlar.

En büyük uydu Triton'u 1846'da Lassell keşfetti. Neptün'e ters yönde döner. Muhtemelen yakalanmış bir Kuiper Kuşağı cismidir, Pluto gibi.

Neptün şu an Güneş Sistemi'nin en dış gezegenidir. Ancak hep böyle değildi. Üç nedenden dolayı...

1) Eski çağlarda bilinen en uzak gezegen Satürn'dü. 2) 2006'ya kadar Güneş'e daha uzak olan (1930'da bulunan) Pluto gezegen sayıldı.

3) Bilgisayar simülasyonları: Güneş Sistemi'nin doğumundan sonra "göç eden" Jüpiter'in çekimiyle Uranüs ile Neptün yer değiştirmiş olabilir.

63. Pluto neden artık gezegen kabul edilmiyor?

Neptün'ün kütleçekimi hesaplanda da Uranüs'ün hareketi düzensiz gibiydi. ABD'li gökbilimci Percival Lowell 9. gezegeni araştırmaya başladı.

Lowell ölünce Lowell Gözlemevi Kansas'lı çiftçi Clyde Tombaugh'u "X Gezegeni" için fotoğraf plakalarını pozlayıp incelemesi için işe aldı.

Tombaugh 18 Şubat 1930'da zafere ulaştı. Birkaç hafta önceye ait plakalarda yeni cisim buldu. X Gezegeni keşfi 13 Mart, 1930'da duyuruldu.

İngiltere Oxford'lu 11 yaşındaki Venetia Burney "Pluto" adını önerdi. Roma yeraltı tanrısı. İlk iki harf Percival Lowell'in baş harfleriydi.

Pluto yörüngesi gariptir. Diğer gezegen yörünge düzlemlerine eğimlidir (17°), çok yassıdır: Güneş'e mesafe 4,4-7,4 milyar km arası değişir.

9. gezegenden beklenene kıyasla daha soluk/küçük/az kütlelidir. Kütle 1974'de keşfedilen, Ay'ın %18'ine denk uydusu Charon'dan hesaplandı.

1992'den beri Neptün yörüngesi ötesinde yüzlerce buzul cisim bulundu. Anlaşıldı ki Pluto sadece bu Kuiper Kuşağı'nın en iri üyesiydi.

Aslında bir diğer Kuiper Kuşağı Cismi (KKC) Eris, Pluto'dan biraz büyük olabilir. 2300 km çaplı cismin bir uydusu bile vardır: Dysnomia.

Bazı KKC'lerin yörüngesi aşırı geniş/eğimli/yassıdır. Örneğin, Sedna'nın Güneş etrafında dönmesi 12.000 yıl sürer, Pluto'nun ise 248 yıl.

KKC'ler Güneş Sistemi oluşumundan kalma artıklardır. 100 km'den büyüklerinin toplam sayısı bugün yaklaşık 100.000 olarak tahmin ediliyor.

Evren Tweetlendi

Pluto'nun statüsü Ağustos 2006'da, Prag Uluslararası Astronomi Birliği toplantısında değiştirildi. Gezegenden "cüce gezegen" e indirildi.

Neyse ki Clyde Tombaugh sevgili gezegeninin küçük düşürücü statü indirimini görmedi. 1997'de, 90 yaşında öldü.

NASA'nın Ocak 2006'da fırlatılan *New Horizons* uzay sondası Haziran 2015'te Pluto/Charon yakınından uçacak ve en az iki KKC'ye daha gidecek.

64. KuyrukluYıldız nedir?

KuyrukluYıldızların kuyruklu veya saçlı yıldızlar olduğuna inanılırdı. Adı* Latince "saç"tan gelir: *Coma*. Gece gökte haftalarca görülebilir.

Aristoteles'e göre kuyrukluYıldızlar atmosferde ışıldayan buharlardı. Tycho Brahe onların Ay'dan uzakta ve kozmik yapılı olduğunu kavradı.

Edmond Halley'in keşfi: 1682 ile 1531 ve 1607'deki kuyrukluYıldızların yörüngesi aynı. Üçü aynı cisim! Tahmini: Halley 1758'de geri dönecek.

KuyrukluYıldızların Güneş yörüngeleri hayli eliptiktir. Periyotları birkaç yıldan binlerce yıla dek değişir. Halley turu 76 yılda tamamlar.

KuyrukluYıldızlar birkaç km'lik gözenekli, buz/birikinti yığınlarıdır. Güneş Sistemi doğumunun artıkları olarak bilimsel değerleri çoktur.

Güneş'e yaklaşıncı buz buharlaşır, toz parçacıkları yok olur. KuyrukluYıldızın rüzgâr çorabı gibi mavimsi gaz ve sarımsı toz kuyruğu olur.

Kuyruk çok ince olsa da muhteşem görünür. Toz yörüngeye saçılır. Dünya o yol üstünden geçerse parçalar göktaşı olarak atmosfere girer.

Güneş Sistemi oluşurken kenarlarda trilyonlarca kuyrukluYıldız doğdu. Çoğu dev gezegenlerin ya da KKC'lerin buzul çekirdekleriyle kaynaştı.

Ama embriyonik dev gezegenlere yaklaşan çoğu kuyrukluYıldız, bugünkü uzun dönemli kuyrukluYıldızların kaynağı uzak "Oort Bulutu"na savruldu.

* İngilizcede "comet".

Evren Tweetlendi

Küçükler Shoemaker-Levy 9 gibi (1994) genelde Güneş'e veya Jüpiter'e düşer. Bazıları da birçok yörünge turundan sonra Güneş ısıısıyla aşınır.

Güneş Sistemi'nin ilk döneminde Dünya'ya suyun çoğu düşen kuyrukluyıldızlarla gelmiş olabilir. Öte yandan bu, toplu yok oluşlara yol açtı.

Uzay araçları birkaç kuyrukluyıldızı inceledi, numuneler aldı. Avrupa aracı *Rosetta* 2014'te *Philae* sondasını bir kuyrukluyıldıza indirecek.

65. Güneş Sistemi'nin sınırı neresi?

Güneş Sistemi'nin belirgin bir sınırı yoktur. Bu, Rocky Dağları'nın sınırı neresi diye sormaktan farksızdır.

Güneş Sistemi'nin tanımı sadece Güneş ve gezegenlerse, sınır Güneş'in 4,5 milyar km ötesidir (Neptün uzaklığı). Ama o fazlasını içerir.

Kuiper Kuşağı'nın küçük buzul cisimleri Neptün yakınından Güneş'e 7 milyar km'ye dek uzanır. Keskin sınıra rağmen bazıları kuşağı aşar.

Örneğin, 2003'te keşfedilen 1500 km'lik Sedna, yassı yörüngesi üstünde Güneş'ten 143,7 milyar km öteye gider.

Kuyrukluysıldızların "çekirdeği" Oort Bulutu, yaklaşık 1 ışık yılı (9,46 trilyon km) öteye uzanır. En yakın yıldız olan mesafenin %25'i.

Hollandalı astronom Jan Oort'un uzun periyotlu kuyrukluysıldız yörüngesinden çıkarımı (1950): Güneş'e uzak, engin kaynak var; Oort Bulutu.

Oort Bulutu'nda 1 km'yi aşan birkaç trilyon kuyrukluysıldız olabilir. Bu rakama rağmen aralarındaki ortalama mesafe en az 1 milyar km'dir.

Oort Bulutu Güneş'in kütleçekim sahasının aşağı yukarı dış sınırını belirler. Genelde Güneş Sistemi'nin parçası olarak görülür.

Benzerinin/geçen bir yıldızın kütleçekimi kuyrukluysıldızı iterse o, uzun periyotlu kuyrukluysıldız olarak Güneş'e doğru yörüngeye girebilir.

Jüpiter gibi dev bir gezegenin kütleçekimi uzun periyotlu kuyrukluysıldızı iç Güneş Sistemi'ne kıştırıp Halley gibi kısa periyotlu yapabilir.

Güneş Sistemi sınırının bir diğer çeşidi, Güneş'e ~15 milyar mesafedeki heliosfer sınırındır; yani Güneş'in manyetik saha etki alanı.

Heliosferdeki parçacıkların çoğu Güneş'in manyetik alanını taşıyan Güneş rüzgârından gelir. Heliosferin ötesinde yıldızlararası uzay vardır.

Heliosfer Güneş'in Gökada içindeki hareketinden dolayı damla biçimlidir. Voyager uzay araçlarının 2014'te heliosferden ayrılması bekleniyor.

Yıldızlar

66. Yıldız nedir?

Yıldızlar Dünya'ya muazzam uzaklıkları nedeniyle iğne başı kadar bir ışık biçiminde görünen, diğer güneşlerdir.

İtalyan filozof Giordano Bruno 1600'de yıldızların da birer güneş olduğunu iddia ettiği için Katolik Kilisesi tarafından kazıkta yakıldı.

Yıldız kendi kütleçekimiyle dağılmadan duran –neredeyse sadece, en hafif iki element hidrojen ve helyumdan oluşan– dev bir gaz topudur.

Yıldızın çekirdeği, yukarıdan bastıran maddenin ağırlığıyla öyle sıkışır ki sıcaklığı 10 milyon °C'yi aşar.

Çok yüksek sıcaklıklar ilk başta hidrojen ile helyumu birleştiren nükleer reaksiyonu tetikler: Füzyon. Yan ürün olarak açığa ısı/ışık çıkar.

Yıldızla gezegen arasındaki fark, yıldızın kendi ısı ve ışığını üretmesi, gezegenin ise sadece yansıyan ışıkla parlamasıdır.

Yıldızın parlaklığını (& nükleer yakıtını ne hızla tüketeceğini) belirleyen kütlesidir. Büyük kütleli yıldızlar parlak yanar/kısa ömürlüdür.

Gökadamızda 100.000.000.000'dan fazla yıldız vardır. Evrende ise (aşağı yukarı) 10.000.000.000.000.000.000 tane.

Gözle görülebilen yaklaşık 6000 yıldız vardır. Bunların hemen hepsi Güneş'ten çok daha parlaktır. Güneş'in parlaklığı ise ortalama üstüdür.

İlginç bir şekilde en yakın yıldızlar gözle görülmez. Onlar soğuk, soluk "kırmızı cüce"lerdir ve tüm yıldızların ~%70'ini oluşturur.

Kırmızı cüceler nükleer yakıtlarını tüketmede öyle cimridir ki çoğu 10 trilyon yıl, yani, Güneş'in 1000 katı uzun yaşar.

Yıldızlar

En yakın yıldız elbet Güneş'tir. Işığının bize ulaşması 8,3 dakika sürer. Sonraki en yakın yıldız 4,2 ışık yılı ötedeki Alpha Centauri'dir.

Alpha Centauri aslında bir "üçlü yıldız sistemidir". Çoğu yıldız ikili veya üçlüdür. Ender yalnız yıldızlardan Güneş, istisnalardan biridir.

Gökbilimin esas amaçlarından biri, evrenin ilk yıldızlarının yanmaya başlayışını görebilecek kadar, zamanda geriye bakmaktır.

67. Yıldızlar neden titreşir?

"Küçük yıldız, titre, titre, Nesin sen, bana söyle, Dünya'nın tam tepesinde, Bir elmassın gökyüzünde" diye yazmıştı Jane Taylor 1806'da.

Eskiler gezegenlerin değil, yıldızların titreştiğini fark ettiler. Ayrıca gezegenler dolanırken, yıldızların gökte sabit kaldığını gördüler.

Her iki fenomen de uzaklıkla açıklanabilir. Yıldızlar öyle uzaktır ki iğne başı kadar görünürler, hareketleri de fark edilmez...

... Oysa gezegenler nispeten daha yakın olduklarından teleskopla bakınca küçük bir disk gibi görünürler, gökteki hareketleri ise belirgindir.

Çalkantılı atmosferin içinden yıldızlara/gezegene bakmak, bir havuzun dibinden, havuzun tavanındaki ışıklara bakmak gibidir.

Suyun dalgalanması nokta gibi ışıkları ileri-geri saptırır (titreştirir). Büyük ışıklarınsa yalnız kenarları dalgalanır, ışık sabit kalır.

Bunun gibi, yıldızlar da atmosferin "katmanlılığına" kıyasla küçük olduklarından titreşirler, gezegenler büyük olduklarından sabit kalırlar.

Yıldızların titreşimi teleskopta görüntüyü bulandırır. Daha net görüntü almanın bir yolu atmosfer üstüne çıkmaktır (Hubble Uzay Teleskobu).

Titreşimi telafi etmenin bir yoluysa ince teleskop aynasının biçimini saniyede pek çok defa esnetmektir (uyarlanabilir optik).

"Pulsar" gibi iğne başı kadar radyo dalga kaynakları da yıldızlar arası gazların türbülansı yüzünden titreşir (yıldızlar arası kırışım).

68. Yıldızlara olan uzaklığı nereden biliyoruz?

Bir cisim iki ayrı gözetleme noktasından bakıldığında çok hareket ediyor gibi görünüyorsa, yakındadır. Çok az hareket ediyorsa uzaktır.

Kendiniz bakın. Parmağınızı yaklaştırıp ona tek gözle sonra ötekiyle bakın, çok hareket eder. Aynısını uzak tutarak yapın, az hareket eder.

İşte bu etkiyle (paralaks) bir yıldızın uzaklığı bulunabilir. Yıldızlar Dünya'nın iki ucundaki iki noktadan (altı ay aralıkla) gözlemlenir.

Altı ay aralıkla bakıldığında bir yıldızın 1 parsek (3,26 ışık yılı) mesafede olduğu söyleniyorsa, yeri 1 yay-saniye ($1/3600^\circ$) değişir.

Sorun: Atmosferdeki türbülans yıldız imgelerini 0,5 yay-saniye kadar bozar, bu yüzden paralaks sadece en yakın yıldızların mesafesini verir.

Çözüm: Uzaya gitmek. Avrupa *Hipparcos* uydusu paralakstan yararlanarak 100.000 yıldızın uzaklığının 100 ışık yılından fazla olduğunu buldu.

Daha uzak mesafeler için bünyesel parlaklıkları bilinen yıldızlar belirlemek gerekir. Bir yıldız diğerinden sönükse, daha uzaktır.

Bünyesel parlaklığı bilinen yıldızlar var mı? Evet. "Cepheid değişkenleri"; kalp gibi atan süper parlak yıldızlar.

Henrietta Leavitt'in önemli keşfi (1912): Bünyesel parlaklığı daha fazla olan Cepheid'lerin parlaklığı uzun periyotlarda değişim gösterir.

Cepheid'e uzaklığı bulmak için: 1) Zaman "periyot" ışık değişimi bünyesel parlaklık 2) karşılaştır, bünyesel & görünür parlaklık mesafe.

Andromeda bulutsusundaki Cepheid'leri izleyen Edwin Hubble (1923) onun Samanyolu'na uzak (2,5 milyon ışık yılı) bir "gökada" olduğunu buldu.

NASA'nın Hubble Uzay Teleskobu, M100 gökadasındaki Cepheid'leri belirleyerek, Güneş'e 56 milyon ışık yılı mesafedeki yıldızları buldu.

69. Yıldızların yapısını nereden biliyoruz?

Filozof Auguste Comte 1835'te bilimin bilemeyeceği bir şey varsa, o da yıldızların bileşimidir, demişti. Oysa yanılıyordu.

Tabiat bize karşı cömerttir. Her elementin atomları belli renkler/dalgalar yayar. Bu da yıldızlardaki elementleri belirlememizi sağlar.

Her element benzersiz bir "tayfsal" parmak izine sahiptir çünkü her atomda dönen elektronların kendine özgü bir dizilimi vardır.

Bir elektron bir yörüngeden diğerine atladığında ortaya ışık çıkar. Işığın enerjisi iki yörünge arasındaki enerji farkına eşittir.

Sorun: Yıldızlar öyle sıcaktır ki bazı atomların tüm veya çoğu elektronları koparılır. O zaman element, yaygın da olsa, görünmeyebilir.

Bu anlaşılmadan önce, en görünür tayfsal parmak izi demirin olduğu için, insanlar Güneş'in demirden oluştuğu yanılışındaydı.

Atılımı Cecilia Payne yaptı (1925). Güneş ışığından, hidrojen ile helyumun –Dünya'da ender gazlar– Güneş'in %98'ini oluşturduğunu çıkardı.

Payne evrenin de bileşimini yakalamıştı. Evrendeki tüm atomların %98'i hidrojen ve helyumdur. Geriye kalanlarsa sadece %2'yi teşkil eder.

20. yy gökbiliminin en önemli doktora tezini yazdığı halde Payne az tanınır. Erkek hâkim bir alanda kadın bilimci olmanın zorluğu bu.

İnsanlar zamanla elementlerin her yerde aynı oranlarda var olduğunu anladılar. Bu da onların evrensel süreçlerle oluştuğunu gösteriyordu.

Peki, vücudumuzdaki elementlerin tavlandığı "ocak" neredeydi? Parmaklar yıldızları işaret etti sonra Büyük Patlama'yı ve yeniden yıldızları.

Yıldızlar

Fred Hoyle ve meslektaşları 1957'de anıtsal bir tezle, yıldızların içindeki elementleri oluşturan "nükleer" süreçleri ortaya döktiler.

Sorun: Evrende görülen miktarda helyumu yıldızlar yapmış olamaz. Doğa basit değil. Ağır elementler yıldız yapımı, hafiflerse Büyük Patlama.

Meslektaşları Willy Fowler elementlerin kökenini saptadığı için 1983 Nobel Fizik Ödülü'nü alırken, Hoyle'un görmezden gelinmesi şaşırtıcıydı.

70. Tüm yıldızlar Güneş gibi tekli midir?

Güneş'in yalnız bir yıldız oluşu oldukça sıradışıdır. Samanyolu'ndaki yıldızların yandan çoğu çoklu sistemlerdir; ikili, üçlü, hatta dördü.

Aslında Güneş'e en yakın yıldız sistemi –Alpha Centauri, 4,2 ışık yılı uzakta– 3 yıldızdan oluşur (en yakını Proxima Centauri).

Optik çiftte, birbiri etrafında dönen iki yıldız görürüz. Spektroskopik çiftte ise ışık, iki yıldızın tayfsal parmak izini ortaya koyar.

Çoğu yıldızın niye çoklu olduğu bilinmiyor. Yıldızların doğduğu yıldızlar arası bulutlarda (doğumevi) geçen süreçlerin göstergesi olmalı.

Eskiden çoklu sistemlerde gezegen olamayacağı düşünülüyordu. Şimdi biliyoruz ki iki yıldız yakınsa "çiftli" yörüngede gezegen olabilir.

Samanyolu'nun başka bir yerinde yaşam varsa bunun çoğu gökte iki ya da daha fazla güneşi parlayan gezegenlerde olabilir.

David Raup - John Sepkosky 1984'te Güneş'in 27 milyon yıllık aşın uzun bir yörüngede son derece sönük bir eşi olabileceğini ileri sürdüler.

"Nemesis" adı verilen eş yıldız, paleontolojik kayıtlardaki 27m yıllık "dönemselliği" açıklamak için öne sürüldü.

Bilimcilere göre Nemesis 27m yılda bir Güneş Sistemi'ni kuşatan kuyruklu yıldız bulutunu sarsıyor, Dünya'ya yok edici parçalar yolluyordu.

Nemesis hiç bulunamadı. Teori zaten işlemezdi çünkü yakın yıldızların kütleçekim etkileri yörünge periyodunu dalgalandırır.

Yine de Güneş'in çok zaman önce, doğduğu yerde bir kardeşinin olması ve yakından geçen bir yıldız tarafından çalınmış olması bir ihtimaldir.

71. Yıldızların işleyiş sistemi nedir?

Yıldız dev bir gaz topudur. Hidrojen ve helyum ağırlıklı bir yıldızlar arası bulut kendi kütleçekimi altında büzüşmeye başladığında oluşur.

Büzüşme, çekirdek, hidrojeni helyuma dönüştüren “nükleer füzyonu” tetikleyecek sıkışma ve sıcaklığa ulaşana kadar devam eder. Yan ürün: Isı.

Dışa doğru iten sıcak gaz, kütleçekim sıkıştırmasını durdurur. Top büzüşmez. O artık bir gaz topu değil, ışıldayan bir gaz topudur: Yıldız.

Önemli olgu: Nükleer füzyon sıcaklığa son derece duyarlıdır. Sıcaklık yükselirse füzyon artar, düşerse hızı kesilir.

Dolayısıyla ısı üretimi düşerse çekirdek büzüşür/ısınır, füzyon artar; ısı üretimi tırmanırsa çekirdek genişler/soğur, füzyon hızı kesilir.

Kısaca, yıldızın kendine ait doğal bir termostatu vardır. Bu onu büzüşme ile genişleme arasında sürekli bir dengede tutar.

Hiçbir şey sonsuz değildir. Füzyon reaksiyonuyla hidrojen helyuma dönüşür, daha ağır olan helyum merkeze çöker, çekirdeği sıkıştırıp ısıtır.

Dolayısıyla yıldızın iç yapısı zamanla değişir ve eninde sonunda kararlı dengesi bozulur.

Güneş gibi küçük kütleli bir yıldız hidrojeni tükendikçe zamanla bir kırmızı deve dönüşür. Sonra da beyaz cüce olarak yavaş yavaş ölür.

Büyük kütleli yıldız daha aşırı koşullar geliştirerek yeni nükleer reaksiyonları tetikler, böylece bir dizi yeni kararlı dengeler oluşur.

Ama kütleçekim asla bir yere gitmez. Her yeni dengenin ömrü kısadır. Yıldız kütleçekime karşı birkaç savaş kazansa da asıl savaşı kazanamaz.

Nihayetinde kütleçekim çekirdeği ezerek bir karadeliğe ya da nötron topuna dönüştürür. Bu da yıkıcı bir patlamayı; süpernovayı tetikler.

72. Biz yıldız tozundan mı meydana geldik?

Karadelikleri, bulutsuları, patlayan yıldızlarıyla evren, yaşamlarımızla bağlantısız görünebilir. Oysa işin aslı kesinlikle böyle değildir.

Kanımızdaki demir, kemiğimizdeki kalsiyum, ciğerimizi dolduran oksijen... Hepsi Dünya doğmadan önce ölmüş yıldızların içinde yoğrulmuştur.

Yıldızlar bakır gibi ağır elementlerin, tabiatın en basit yapıtaşı olan hidrojenin yavaş yavaş meydana geldiği bir fırın gibidir.

Yıldızlar bir elementi diğerine dönüştürürken bu onların hem kimyasal hem de genel yapılarını değiştirir. İç yapıları değişir ve "gelişir".

Diğer bir deyişle elementlerde yıldızların sırrını çözecek anahtar; yıldızlardaysa elementlerin sırrını çözecek anahtar saklıdır.

Element oluşumu, çoğu büyük kütleli yıldızda iyice ileri –demire dek– gider. Ve kararsızlık, yıldızın süpernova olarak patlamasına yol açar.

(Uranyum gibi) demirden de ağır elementler, süpernova patlamasının yarattığı cehennemde nükleer reaksiyonlar dizisi içinde oluşur.

Süpernova patlamasının muazzam şiddetiyle yıldız fırınından çıkan ürünler uzaya rüzgâr gibi yayılır.

Süpernova enkazı yıldızlar arası bulutlardaki gazlarla karışır. Böylece buluttan yoğunlaşan yıldızlar, ağır elementlerle zenginleşir.

Birbirini izleyen her yıldız nesli daha çok ağır element içerir. Güneş'in 3. nesil yıldız olduğu düşünülüyor; o doğmadan önce 2 nesil öldü.

Ağır elementler yıldızların içinde üretilmiş olsa da, helyum gibi en hafif elementler Büyük Patlama'nın ateş topundan (ilk 10 dakika) doğdu.

Yıldızlar

Evrendeki helyum bolluğu da –tüm atomların %10'u– teorinin öngörüsünü doğrular. Evrenin Büyük Patlama'yla başladığının güçlü bir kanıtıdır.

Astrologların suçu deli olmaları değil, yeterince deli olmamalarıdır. Yıldızlarla aramızda onların sandığından daha yakın bir bağ vardır.

Bir yıldız parçası görmek ister misiniz? Kendi elinize bakın. Yıldız tozunun ete bürünmüş halisiniz. Tam anlamıyla göklerde yaratıldınız.

73. Yıldızlar arasındaki farklar nedir?

Yıldız tarifinin basitliğine bakınca –kendi kütleçekimiyle bir arada duran gaz topu– bunca çeşit yıldız olması çok şaşırtıcıdır.

Bazı yıldızlar 10 trilyon yıl –evrenin şimdiki yaşının 1000 katı– yaşayabilirken, bazıları birkaç milyon yıl içinde patlar.

Yıldızın ömrünü belirleyen şey kütesidir. Büyük küteliler sıcak olduklarından hızla yakıt tüketirken, küçük küteliler uzun uzun yanar.

Bazı yıldızlar Everest Dağı kadarken (Yengeç pulsarı) bazıları 10 milyon Güneş'i yutabilecek büyüklüktedir (VY Canis Majoris).

VY Canis Majoris Güneş'in yerini alsa, Güneş'e uzaklıkta 6. sırada olan gezegen Satürn'ün yörüngesine dek tüm gezegenleri yutardı.

Bazı yıldızların rengi mavi-beyazken (Güneş gibi) bazıları sarı-beyaz, kimisi ise siyaha kaçan koyu, donuk bir kırmızıdır.

Yıldızın rengini sıcaklığı belirler. Mavi-beyazlar aşırı sıcaktır (kimisi 100.000 °C'den fazla); kırmızılarsa soğuk (birkaç bin °C).

Bazı yıldızlar durağanken bazıları zonklar, hatta patlar. Büyük kütelilerde kararsızlığın nedeni, riskli nükleer reaksiyonlardır.

Bazı yıldızlarda demir gibi ağır elementler bolken, bazısında değildir. Bunlar içte ısı biriktirerek yıldızın yapı/görünümünü etkileyebilir.

Yıldızın içeriğini doğduğu zaman belirler. En yaşlıları, süpernovalar gökadayı nükleer füzyon ürünleriyle zenginleştirmeden önce doğmuştur.

Bazı yıldızların gezegeni varken, bazısının yoktur. (En az %10'unun vardır, her birinin birkaç tanedir: Yıldızlar kadar gezegen olabilir.)

Yıldızın gezegeni olup olmayacağını neyin belirlediği bilinmiyor. Ancak görünüşe göre kayaç gezegen için ağır elementler gerekiyor.

Evrende 10.000.000.000.000.000.000 yıldız olduğu düşünülürse, acaba yıldız bahçesinde başka ne gibi tuhaflıklar olabilir?

74. Yıldızlar neden patlar?

Güneş gibi çoğu yıldız hidrojeni helyuma dönüştürse de bir sonraki adıma geçecek yoğunluk/sıcaklığa erişemez: Helyumu karbona dönüştürme.

Bu yüzden çoğu yıldız H-yakıtını tüketir, şişkin bir kırmızı dev olarak kısa bir son nefes alır, beyaz cüce olarak görünmezliğe geçiş yapar.

Büyük kütleli yıldızlar farklıdır. Bir elementi daha ağır olana dönüştürdükten sonra daima üst adıma geçecek yoğunluk/sıcaklığa ulaşırlar.

Çoğu büyük kütleli yıldız sonunda "silikon yakıcıya" dönüşür; çekirdeği en sonda demir/nikele dönüştüren, çok hızlı nükleer element oluşumu.

Demir/nikel çekirdek felaket demektir. İleri aşamalı element oluşumu, enerji yaratmaktan çok enerji ister; yıldızdan vampir gibi ısı emer.

Kendisini ezmeye çalışan muazzam kütleçekime direnecek gazı destekleyebilecek ısıyı üretemeyen çekirdek, "kendi içine çöker".

Çöküş ancak "nötron çekirdeğin", yani aşırı yoğun nötron topunun oluşumuyla durur. Top öyle katıdır ki çöken yıldız ona çarparak geri gider.

Ve içe çöküş patlamaya dönüşür (süpernova). Nötron çekirdek doğumunda oluşan atomaltı parçacıklar; "nötrinolar", yıldız çeperini püskürtür.

Bir süpernovanın parlaklığı kısa süreliğine 100 milyar yıldızlık bir gökadayı aşabilir, yani evrenin çok uzaklarından görülebilir.

Bu arada süpernovanın parlak ışığı, salınan enerjinin sadece %1'idir. %99'u nötrino olarak salınır.

"Çekirdek çökmesi" tipi süpernova yanında, önemli bir tip daha vardır. Yıldızlardan birinin beyaz cüceye dönüştüğü ikili sistemlerde olur.

Evren Tweetlendi

Eş yıldızın beyaz cüceden emdiği madde, kaçak nükleer reaksiyonları tetikler. Yıldız süpernova biçiminde kendini patlatır.

İkinci süpernova çeşidinin –teknik adı Tip Ia– kilit önemi, patlamanın daima aynı parlaklıkta olduğunun düşünülmesidir.

Tip Ia'lar evrendeki mesafeleri ölçmede hayati rol oynadılar. 1998'de esrarengiz “karanlık enerji”nin varlığını onlar ortaya çıkardı.

75. Yakınlarda bir süpernova patlaması olursa ne olur?

Bir süpernova kolayca 10 milyar Güneş parlaklığına erişebildiğinden, yakınımızdaki bir süpernova patlaması epey ürkütücü bir görüntü olurdu.

Dünya'ya 30 ışık yılı mesafede bir süpernova patlaması olursa o, dolunayın en az 100 katı parlaklıkta, kör edici bir yıldız olurdu.

Gündüz de görünür olmakla kalmaz, ilerleyen aylarda geceyi bastırarak, gece hayvanlarının avlanmasını zorlaştırırdı.

Işığın bize gelmesi sadece 30 yıl sürse de, ardından ölümcül bir atomaltı parçacıkları seli bastırırdı ve bu 300 yıl devam ederdi.

Atmosfere çarpan parçacıklar, Dünya'daki yaşamı Güneş'in ölümcül morötesi ışığına karşı koruyan ozon tabakasını yıpratırlardı.

Dünya üstünde yaşam imkânsızlaşırdı. Sadece denizlerdeki, mağaralardaki ve yeraltındaki canlılar hayatta kalırdı.

Genelde yıldızlar arası toz perdesi ardına saklandıklarından, Samanyolu'nda ne sıklıkta süpernova patlaması olduğunu bilmek zordur. Ama...

... bizimki gibi gökadalarda yaklaşık her 50 yılda 1 süpernova görürüz. Samanyolu'nun 10 milyar yıllık tarihinde bu 200 milyon süpernova eder.

Dünya oluşumundan bu yana 30 ışık yılı mesafede bir-iki süpernova patlaması olmuş olmalı. Kolaylıkla kitlesel yok oluş yaratmış olabilir.

Neyse ki son 400 yılda bilinen en yakın süpernova –SN1987A– 170.000 ışık yılı uzakta, Samanyolu'nun uydu gökadasındaydı.

Kötü haber: Betelgeuse –Avcı takımyıldızının belirgin yıldızı– süpernovaya dönüşmenin kıyısında. İyi haber: Bir milyon yıl kadar sonra!

Neyse ki Betelgeuse 650 ışık yılı kadar uzakta. Patlarsa 30 ışık yılı uzaklıktaki süpernovadan ~500 kat sönük gözükür.

Ama karadelik doğuran olağanüstü enerjik süpernovayla, yani “gama ışını patlamasıyla” karşılaştırıldığında sıradan süpernova önemsiz kalır.

Gama ışını patlamasının enerjisi, deniz feneri ışığı gibi tek bir yöne yöneliktir. Yüksek enerjili gama ışınlarının “ölümcül ışınıdır” bu.

10.000 ışık yılı ötedeki G1 patlaması bile atmosfer atomlarını parçalayıp (iyonlaştırma) ozon tabakasını bozarak yaşamı tehdit edebilir.

76. Nötron yıldızı ve pulsar (atarca) nedir?

Akil almaz bir gerçek: Tüm insanlığı tek bir küp şekerin içine sığdırabilirsiniz. Neden mi? Maddenin içi inanılmaz derecede boştur da ondan.

Merkezinde Güneş gibi "çekirdeği", etrafında gezegen gibi dönen elektronlarıyla atomu mini bir Güneş Sistemi olarak düşünüyor olabilirsiniz.

Oysa atomu mini Güneş Sistemi olarak resmeden, onun ne derece boş olduğunu gözden geçirir. Atomun %99,999999999999'u boş alandır.

Dünya'nın tüm insanların içindeki tüm atomların boş alanını sıkıştırabilsek, insanlık gerçekten de tek bir küp şeker sığardı.

Sadece çılgın bir teori değil bu. Uzayda gerçekten de atomlarının tüm boşlukları sıkıştırılmış cisimler vardır. Nötron yıldızları.

Nötron yıldızı süpernovayla patlamış büyük kütleli yıldızdan (içe çöken çekirdek) kalan kısımdır. Bir dağ hacmine sıkıştırılmış Güneş gibi.

Bir nötron yıldızına gidip kaşıkla küp şeker boyutunda bir hacmi alabilerseniz, ağırlığı gerçekten de tüm insanlığın ağırlığı kadar olurdu.

Bir yıldız büzüşerek nötron yıldızı olduğunda, kollarını kapatan buz patencisi gibi hızlanır ve haykırmasına "Ben buradayım!" der.

1967'de, 24 yaşındaki öğrenci Jocelyn Bell, Cambridge'de radyo teleskop kullanıyordu. CP1919 cisiminden düzenli atımlı radyo dalgaları aldı.

Bell kısa sürede böyle birkaç kaynak daha buldu. İlk başta uzaylıların sinyal gönderdiği sanıldı ve bunlara LGM (Küçük Yeşil Adamlar) dendi.

Evren Tweetlendi

Tommy Gold - Franco Pacini 1968'de Bell'in nötron yıldızlarını bulduğunu anladılar. Dönen yıldız, deniz feneri gibi radyo dalgası yayıyordu.

Bunlara "atımlı nötron yıldızı" yani pulsar (atarca) dendi. Nötron yıldızının yüzeyinde kütleçekim Dünya'nın 100 milyar katıdır.

Şimdiye dek pulsarlar için üç Nobel Ödülü verildi. Hiçbiri Jocelyn Bell Burnell'e gitmedi. Genelde büyük bir haksızlık olarak görülür.

77. Karadelik nedir?

Karadelik uzayın belli bölgeleridir; orada kütleçekim öyle güçlüdür ki evrenin en hızlısı– ışık bile ondan kaçamaz. Bu yüzden karanlıktır.

Karadelğin çok büyük kütleli bir yıldızın süpernova diye bilinen muazzam patlamayla ölümü sonucunda oluştuğuna inanılır.

Bir yıldız dış çeperini uzaya püskürttüğünde, ilginçtir ki çekirdeği içe çöker ve öyle çabuk büzüşür ki yoğunluk ve sıcaklığı hızla artar.

Kütlesi yeterince büyükse çekirdeğin sonsuz yoğunlukta dehşet bir nokta olan “tekilliğe” dek büzüşmesini durduracak hiçbir kuvvet yoktur.

Karadelik “olay ufkuyla” perdelenmiş bir tekillikten oluşur. Olay ufku, deliğe düşen madde için geri dönüşün olmadığı noktadır.

Güneş karadeliğe dönüşse –korkmayın, bunun için yeterli kütleye sahip değil– olay ufku sadece 3 km eninde olurdu.

Karadelğin kütleçekimi öyle büyüktür ki, Einstein’ın kütleçekim teorisine göre, ışığı bükerek ve zamanı yavaşlatır.

Yani karadeliğe yaklaşabilseniz, kafanızın arkasını görürdünüz; kafanızın arkasındaki ışık karadelik etrafında bükülerek gözünüze gelirdi.

Zamanın yavaşlaması yüzünden de olay ufku yakınında evrenin geleceği, ileri sarılan bir film gibi hızla gözlerinizin önünden geçirdi.

Karadeliği doğrudan görmek (şimdilik) imkânsızdır çünkü 1) Küçüktür ve 2) Karadır. Varlığını dolaylı olarak kütleçekiminden anlarız.

Örneğin, Cygnus X-1 görünmez eşinin (karadelik) etrafında dönen büyük kütleli bir yıldızdır. Karadelğin maddeden X-ışını emdiğini görürüz.

Karadelğin doğum çığlığı, sudaki çember dalgalar gibi uzayı titreştiren kütleçekim dalga patlamasıdır. Bunun tespiti KD varlığını kanıtlar.

“Yıldız” karadelikleri dışında evrende (gökada merkezlerinde) Güneş’in milyonlar ila milyarlarca katı “süperkütleli” karadelikler de vardır.

Ayrıca evrende Büyük Patlama ateş topunun şiddetinden geriye kalan mini karadelikler olma ihtimali de vardır.

Aslında karadelikler tamamen kara değildir! Stephen Hawking’in keşfettiği gibi “kuantum” etkileri yüzünden onlar “Hawking ışıınımı” yayarlar.

78. Yıldızlar yapay mı?

Ne saçma bir soru, değil mi? Ne var ki bu sorunun, önemli bir bilimsel soruyla yakından ilgisi var: Uzaylıları nasıl tespit edeceğiz?

Dünya Dışı Akıllı Yaşam Araştırması (SETI) uzayda tek bir frekanstan gökleri tanyor; radyo istasyonunun uzaylı versiyonu.

Bu tür bir sinyal, düzenli, tekrarlı olmalı, belli bir şablonu takip etmeli. Ancak şablonlu bilgi artıklık içerir; daha da sıkıştırılabilir.

Sonuç: Gerçek anlamda etkin bir sinyal şablonsuz olacaktır. Güneş'in radyo emisyonu ya da elektrik fırtınası gibi "rastgele" görünecektir.

Bugünkü telefon iletişimimiz ve bilgisayar verilerimiz de aynen böyledir. Etkinlik adına tüm tekrarlar/şablonlar giderilmiştir.

Sonuç: İleri bir uzaylı medeniyetin sinyalleri bize doğal sinyal gibi görünecektir. Kozmik radyo "gürültüsünden" ayırdı çok zor olacaktır.

Uzaylı sinyalleri bizim sıradan sinyallerimize benzemeyeceği gibi, uzaylı yapımı maddeler de bizim kendi ürettiklerimize benzemeyecektir.

Bilgisayar dili Mathematica'nın mucidi Stephen Wolfram'a göre Uzaylı yapımı maddeler doğal ağaçlar... yıldızlar gibi görünecektir.

Wolfram tüm ciddiyetiyle sorar: "Yıldızlar yapay mı?" Pek olası görünmese de kesin olarak bilmemiz imkânsız olabilir.

Samanyolu

79. Gökadamız Samanyolu'nun görünümü nasıldır?

Samanyolu gece gökte puslu bir beyaz ışık bandı gibidir. Eskilere karanlığa saçılmış süt gibi görüldüğü için bu lirik ismi almıştır*.

Galileo 1610'da teleskobunu göğe çevirdiğinde Samanyolu'nun aslında bir araya toplanmış sayısız yıldızdan oluştuğunu gördü.

"Sarmal bulutsuların" uzay okyanusunun yıldız adaları olduğu keşfedilince (1922) Samanyolu'nun da böyle bir "Gökada" olabileceği düşünüldü.

Ne var ki derinlere gömülü Güneş'in durduğu yerden Samanyolu'nun ayrıntılı yapısını kavramak çok zordu.

Samanyolu'ndaki uzak yıldızlardan gelen görünür ışık, yıldızlar arası uzayda asılı toz perdelerince emilir.

Samanyolu'nun yapısını görebilmek için toza nüfuz edecek türde bir ışık gerekir (ki o zaman bile içten bakarak genel yapıyı görmek zordur).

Radyo dalgaları toza nüfuz eder. Onlarla anlaşıldı ki Samanyolu sarmal bir gökadaydı; ~200 milyar yıldızlı, biteviye dönen dev bir fırıldak.

Samanyolu'nun yıldızları yassı bir disk üstüne toplaşmıştır. Kenardan baktığımız için gökada yan yana iki adet sahanda yumurta gibi görünür.

Tüm sarmal gökadarlar gibi Samanyolu'nun da merkezinde küresel bir yıldız "şişkinliği" vardır ve "sarmal kollar" bu merkezden dışa uzanır.

Yassı Samanyolu diskinin çapı yaklaşık 100.000 ışık yılıdır. Ama eni dardır; tepeden aşağı sadece 2000 ışık yılı.

Güneş Samanyolu merkezine yaklaşık 27.000 ışık yılı uzakta, Perseus Kolu'nun bir "mahmuzunda", dış kenara yarı yol kadar uzakta konumlanmıştır.

Güneş gökada merkezi etrafındaki turunu 220 milyon yılda tamamlar. Şimdiki konumuna en son gelişinde Dünya'ya dinozorlar hâkimdi.

* Samanyolu'nun İngilizcesi Milky Way, Sütü Yol, Sütten Yol anlamına gelir.

80. Yıldızlar Samanyolu'nun neresinde doğar?

Yıldızların doğum yerinin ipucu II. Dünya Savaşı karartmalarında Los Angeles'ta 2,5-m Mount Wilson teleskop kullanan Walter Baade'den geldi.

Amerikan savaş çalışmalarından "düşman yabancı" diye dışlanan Alman göçmeni Baade, gökadamda iki ayrı yıldız "popülasyonu" olduğunu keşfetti.

Sarmal kollardaki 1. popülasyona sıcak mavi yıldızlar; Samanyolu'nun "şişkinliğinde" yer alan II. popülasyona soğuk kırmızı devler hâkimdi.

Kırmızı yıldızlar yaşlı, mavilerse gençtir. Dolayısıyla Baade aslında sarmal kolların yıldızların doğum evi olduğunu keşfetmişti.

Yıldızların sarmal kollarda doğmasının nedeni ancak gökbilimcilerin sarmal kolun ne olduğunu tam olarak anlamasından sonra açığa kavuştu.

Sarmal kollar Samanyolu'nun kalıcı özellikleri değildi. Öyle olsa gökada dönerken onlar da kaçınılmaz olarak giderek gökadamı "sarmalardı".

Anlaşıldı ki bir gaz diski olan Samanyolu taş atılmış su yüzeyi gibi titreşiyordu. Merkezden dışa da "sarmal yoğunluk dalgası" yayılıyordu.

Yoğunluk dalgası dışa doğru ilerlerken yıldızlar arası gazı sıkıştırıp küçük küresel yapıların büzüşerek yıldız oluşturmalarını tetikler.

Sarmal kolların yıldız doğum evi olmasının nedeni, yayılmakta olan sarmal yoğunluk dalgalarının bir yıldız oluşum fırtınası yaratmasıdır.

Samanyolu sarmalı galaktik Meksika dalgası gibidir! Kalıcı görünmesinin nedeni, dalganın geçme süresine kıyasla ömürlerimizin kısa oluşudur.

İlginçtir ki Satürn halkaları da daha sıkı sarmalanmış sarmal kollar gibidir. Her ikisine de aynı fenomen yol açar: Sarmal yoğunluk dalgası.

81. Açık ve küresel yıldız kümesi nedir?

Yıldızlar tek değil, 10'lu veya 1000'li gruplar halinde doğar, yakıcı ısılarıyla Dev Moleküler Bulut'un kıyısındaki gazı yiyip bitirirler.

Yıldızların doğum evi azgın yıldız rüzgârları ve patlamalarıyla sarsılan çalkantılı yerler olduğundan, yeni doğan yıldızlar zamanla dağılır.

Bu tür bir bağısız ya da "açık küme" 100 milyon yıl sonra öyle dağılabilir ki, yıldızlarının bir zamanlar kardeş olduğunu anlamak güçleşir.

Aslında Güneş'in kardeşleri de hâlâ yakınarda olabilir. Ancak Güneş 4,55 milyar yıl önce doğduğundan, bunu belirlemek zordur.

Ama genç açık kümeleri görmek kolaydır. Pleiades kümesindeki (Boğa) sıcak yıldızlar halen "plasenta" bulutlarıyla çevrilidir.

Samanyolu'ndaki tek kümeler, birlikte doğup dağılan yıldızlardan oluşan açık kümeler değildir. Dağılmayan "küresel kümeler" de vardır.

Küresel küme sadece onlarca ışık yıllık alana yayılan sıkı bir düğüme sıkışmış çok sayıda –100.000 ila birkaç milyon– yıldızdan oluşur.

Küresel kümeler Samanyolu'nun her yerinde anılar gibi gruplaşır. Sarmal disk onlardan 150-200'ünün oluşturduğu dev küresel gruba gömülüdür.

Devasa eliptik gökada M87 gibi diğer gökadalarda sadece birkaç yüz küresel küme yoktur. Onlarda 10.000'den fazlası vardır.

Küresel küme yıldızları öyle sıkışık ki bazen çarpışırlar. Güneş gibi diğerlerinden oldukça ayrı yıldızlar için bu neredeyse imkânsızdır.

Küresel küme içindeki bir gezegenin göğü geceleri Dünya'daki gibi 1000'lerce değil 100.000'lerce yıldızla süslüdür. Ne manzara ama!

Samanyolu

Küresel küme açık kümeden sadece bağılı olmak yerine bağısız olmasıyla değil, yeni doğmuş yerine yaşlı yıldızları barındırmasıyla da ayrılır.

Küresel küme kökeninin ipucu, yıldızların yaşındadır. Samanyolu'na dönüşecek küresel gaz bulutu sıkışırken, 10 milyar yıl önce doğmuşlardır.

Yine de Samanyolu'nun ilk zamanlarında küresel yıldız kümelerinin nasıl ve neden oluştuğu yönündeki nihai sorunun yanıtı hâlâ bir sırdır.

82. Gökadamız Samanyolu'nun etrafında kaç tane uydu gökada döner?

Gezegenlerin uydusu olduğu gibi, gökadalarn da uydu gökadalarn vardır. Samanyolu kütleçekiminin esaretinde bunlardan 25 tane kadar vardır.

İki büyük uydu –Büyük ve Küçük Macellan Bulutu (BMB ve KMB)– güney yarımküreden çıplak gözle kolayca görülür.

BMB gece gökte bulutumsu soluk bir leke gibidir; görünür Ay boyutunun yaklaşık 10x. KMB Ay'ın 5x boyutunda, yine benzeri bir leke gibidir.

Macellan Bulutları adlarını, 1519-1521 arasındaki Dünya turunda onları kayda geçiren ilk Avrupalı olan Ferdinand Magellan'dan alır.

BMB: Samanyolu kütlelerinin yaklaşık %10'u ve ~170.000 ışık yılı uzakta.
KMB: ~200.000 ışık yılı uzakta, Samanyolu kütlelerinin yaklaşık %5'i.

BMB 1987'de, 1604'deki "Kepler yıldızı"ndan beri çıplak gözle görülen ilk süpernovayı ağırladı. SN1987A bir ay kadar 100m Güneş ışığı yaydı.

BMB ve KMB sadece, mum ışığı etrafında dönen pervaneler gibi Samanyolu etrafında dönen uydu gökadalardan, en büyük ve parlak olanlardır.

Bunların çoğu birkaç yıldızlı ve sönüktür. En büyüğünün eni ~1000 ışık yılıdır; Samanyolu çapının %1'inden az. En küçüğü ~150 ışık yılı.

Diğer gökadalarn da uyduları vardır. Örneğin, Samanyolu'nun dev komşusu Andromeda'nın en az on beş uydusu olduğu biliniyor.

Samanyolu'nun uydu gökadalarn akılda büyük bir soru uyandırır çünkü sayıları gökbilimcilerinin gözlemediğinin 100 katı kadar olmalıdır.

Gökada kökeni teorisi: Karanlık madde yığınlar (hale) oluşturup normal maddeyi içine çeker. Ana özellik: Her ebatla karanlık madde halesi.

Samanyolu

Samanyolu'nun "tohumunu eken" türden büyük bir halenin etrafında binlerce mini hale toplamış olması gerekir; küçük uydu gökadalının tohumu.

Peki, nerede Samanyolu'nun uydu gökadaları? Karanlık madde savunucularına göre oradalar ama çok sönük oldukları için biz henüz göremiyoruz.

Ancak muhtemelen "kayıp uydu gökada problemi" bize karanlık madde teorisinde bir yanlışlık olduğunu söylüyor.

83. Samanyolu'nun ana bileşeni nedir?

Tüm sarmal gökadalar gibi Samanyolu da bir yıldız adası ve bir bulutsudur, değil mi? Değil. Tıpkı buzdağı gibi onun da çoğu, görüş dışıdır.

Kayıp kısım, Samanyolu'nun uzak köşelerindeki yıldızlar incelenip merkezin etrafında ne kadar hızlı döndükleri ölçüldüğünde ortaya çıktı.

Gökada merkezine uzak bu yıldızların hareketi çok hızlıydı. Hızlanan atıklarındaki çocuklar gibi gökadalar arası uzaya savrulmalıydılar.

Gökbilimciler bu anormalliği gökadanın, ek kütleçekimiyle yıldızları tutan görünmez, "karanlık" bir madde içerdiğini varsayarak açıkladılar.

Sonuç: Yassı Samanyolu sarmalı, görünür gökadanın belki de 10 katı kütleyle sahip, dev, küresel bir karanlık madde "halesi" içine gömülüdür.

Peki, nedir bu karanlık madde? Kimse ne olduğunu bilmiyor. Mevcut favori aday: Şimdiye dek keşfedilememiş atomaltı parçacıklar.

Samanyolu büyük oranda karanlık maddeyse, o madde şu an bizi kuşatıyor olmalı. Madde pek çok deneyle aranıyor. Bulan Nobel Ödülü'nü alacak.

Samanyolu ötesinden de evrenin karanlık madde içerdiğine dair kanıt var. Evren bizi oluşturan görünür maddenin 6 ya da 7 katı ağırlıkta.

Ama karanlık madde, Samanyolu'nun uzak yıldızlarının hızlı dönüşüne verilen yanıtlar içinde en az cüretkâr olanı. Bir fikir daha var: MOND.

Mordehai Milgrom'un 1983'de önerdiği MOND (değiştirilmiş Newton dinamiği), tüm sarmal gökadalardaki hızlı yıldız hareketini açıklayabiliyor.

Fikir: Yıldızları tutan, karanlık maddenin ek kütleçekimi değil, gökada kıyılarınd Newton'un öngördüğünden daha güçlü olan kütleçekimdir.

MOND'u büyükçe bir gökbilimci azınlık benimsedi ama kimse altında yatan "derin" fizikten emin değil. Açıklanana kadar çoğu fizikçi şüpheli.

Cenevre'deki " atom çarpıştırır" Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda ortaya aday bir parçacık çıkarsa, karanlık madde fikri destek kazanır.

84. Samanyolu'nun kalbinde saklanan şey nedir?

Samanyolu'nun kalbinde yıldızlar birbirlerine, Güneş'in yakınındakilere kıyasla yüzlerce kat daha yakındır.

Gökada merkezindeki bir yıldızın yörüngesinde dönen bir gezegenin göğünde geceleri yüz binlerce yıldız görülür.

Gökada merkezi son derece çalkantılı bir yerdir. Süpernova patlamalarıyla tetiklenen yıldızlar arası gaz tsunamileri birbirleriyle çarpışır.

Samanyolu'nun karanlık kalbinde, Güneş'e 27.000 ışık yılı mesafede, yıldızlar arası toza boğulmuş halde saklanan şey Sagittarius A*'dır.

Sagittarius A* Güneş'in 4,3 milyon katı kütleli bir karadeliktir. Gaz yutan, yıldızları koparıp alan karadulvari bir canavar gibidir.

Sagittarius A*'nın olay ufku –içe düşen maddenin geri dönüşsüz noktası– yaklaşık 15 milyon km enindedir (Dünya-Güneş mesafesinin $1/10$ 'u).

Sagittarius A*'nın kökeni bilinmiyor. Ancak çoğu gökadanın kalbinde –1000 kat kadar büyük– “süperkütleli” bir karadelik yer alır.

Evrendeki karadelikler ya çok küçüktür (yıldız kaynaklı) ya da süperkütleli ise mevcut teleskoplarımızla göremeyeceğimiz kadar uzaktır.

Orta büyüklükte ve nispeten yakın olan Sagittarius A*, gerçek anlamda görüntüleme şansına sahip olduğumuz tek karadeliktir.

Çanak antenleri kullanarak Dünya çapında teleskop oluşturan Çok Uzun Baz Enterferometrisi (VLBI), Sagittarius A*'ya odaklanıyor.

VLBI Sagittarius A*'nın olay ufkunu “görmekten” sadece 2-3 kat geride. Birkaç yılda bunu başarıp karadelğin varlığını kanıtlayabilir.

85. Bize en yakın komşu gökadalal hangileridir?

Samanyolu gökbilimcilerin Yerel Grup diye andığı, yaklaşık 30 gökadan oluşan mini kümenin en büyük üyelerinden biridir.

Yerel Grup'ta boyut olarak karşılaştırma yapılabilecek diğer tek gökada, Samanyolu'na benzeyen dev sarmal, Andromeda'dır.

Samanyolu/Andromeda gibi büyük sarmallar, Yerel Grup'ta istisnadır. Diğerlerinin çoğu cüce gökadaladır. En büyüğü sadece 1/10 yıldız içerir.

Andromeda çıplak gözle görülebilen en uzak gök cisimidir. Gökte Ay'ın yaklaşık 6x büyüklükte, basık bir leke gibi görünür.

2,5 milyon ışık yılı uzağımızdaki Andromeda'yı, insanımsı maymun atalarımızın Afrika ovalarında mücadele verdiği zamanki haliyle görürüz.

Andromeda şu an Samanyolu'na doğru düşüyor. 2,3 milyar yıl sonra yanımızdan geçecek ve kütleçekimiyle gökadamızdaki yıldızları dağıtacak.

Ama sonra en alçak noktasını aşan bir sarkaç gibi, geriye doğru çekilecek. 5 milyar yıllık süre içinde ise Samanyolu'yla iç içe girecek.

Çarpışmanın sonucunda Milkomeda adı verilen, dev bir eliptik gökada doğacak. Güneş merkezden 27.000 yerine 52.000 ışık yılı uzağa itilecek.

En yakın büyük gökada kümesi yaklaşık 50 milyon ışık yılı mesafedeki Başak Kümesi'dir. Yaklaşık 1300 gökada barındırır.

Aslında Yerel Grup, Başak'ın merkez dışındaki bir üyesidir. Gökbilimcilerin "Yerel Süperküme" diye andığı sessiz banliyöde, yörüngede döner.

Gökadalar

86. Gökada nedir?

Gökadalar –uzay okyanusunda sürüklenen büyük yıldız adaları– evrenin yapıtaşlarıdır. Sayıları 100 milyarı bulur.

Gökadalar muazzam Büyük Patlama’dan bu yana, kozmik şarapnel parçaları gibi birbirlerinden uzağa uçarlar.

Evren sıkıştırılıp 1 kilometre çapında bir küreye dönüştürülse, 100 milyar gökadanın her biri aspirin büyüklüğünde olurdu.

Bazı gökadalar düzenlidir bazıları ise dağınık yıldız beneklerinden oluşur. En yaygın iki tip, sarmal (galaksimiz Samanyolu) ve eliptiktir.

Gökadalar birkaç milyondan –cüce gökadalar gibi– birkaç trilyona kadar –dev eliptik gökada gibi– yıldız içerir.

Eliptik gökadalar yıldızlardan oluşan büyük arı kümeleri gibidir. Küresel veya hafif basıktır. Sarmal gökada ise, aynı adı gibidir. Sarmal gökadalarda yaşlı, kırmızı yıldızlarla dolu merkezi bir “şişkinlik”, gazların taze, yeni yıldızlara dönüştüğü “sarmal kollar” vardır.

Eliptikler, sarmalların aksine pek gaz içermezler. Gazlar çağlar önce yıldız oluşumunda tükenmiştir. Sadece yaşlı, kırmızı yıldız içerirler.

Sarmal ve eliptik ilişkisi belirsizdir ama eliptiklerin iki sarmalın çarpışmasıyla oluştuğu düşünülür. Yıldız hareketleri rastlantısaldır.

Bazı sarmalların merkezinde, “sarmal kolların” dallandığı tuhaf bir “çubuk” vardır. Samanyolu’nun da böyle olduğuna dair kanıtlar mevcuttur.

Douglas Adams esprili bir konuyu atladı. Evrenin sonundaki restoran yerine merkezindeki çubuğu* yazmalıydı.

* Çubuğun İngilizcesi “bar” ve bir anlamı ise içki içilen mekan. Kelime oyunu.

87. Gökadalar nasıl keşfedildi?

18. yy gökbilimcileri kuyrukluyıldız avına meraklıydı. Oysa gece gökyüzü kuyrukluyıldızla karıştırılabilecek birçok gizemli cisimle doluydu.

Charles Messier 1784'te kuyrukluyıldız avcılarına yardım için "gök haşeratını" katalogladı. Oysa o "bulutsuların" bazıları gökadaydı.

Lord Rosse İrlanda, Birr'de (1845) 72 inçlik, Dünya'nın en büyük teleskobu "Leviathan"ı yaptı ve birçok butlusunun sarmal olduğunu gördü.

En güzel sarmal bulutsu M51'di. Sonradan "Girdap Gökada" adını alacaktı.

Sonra üretilen daha büyük teleskoplar gösterdi ki, tüm sarmal bulutsuların puslu görünümünü yaratan, bir araya toplaşmış sayısız yıldızdı.

Ateşli tartışma, 1920. Sarmal bulutsular Samanyolu'nun içinde mi yoksa uzay okyanusunun uzaklarında, ayrı birer "ada evren" mi?

Harlow Shapley sarmal bulutsuların Samanyolu içinde; Heber Curtis ise uzaklarda olduğunu savundu. Tartışma 1922'de sonuca bağlandı.

Edwin Hubble Los Angeles yakını, Wilson Dağı'nda 100 inç Hooker Teleskop'la Andromeda içindeki Büyük Bulutsu'da Cepheid değişkenlerini gördü.

Cepheid ışığının dalgalanma süresi bünyesel parlaklıkla ilgiliydi. Hubble'ın çıkarımı: Andromeda Samanyolu'nun ~1 milyon ışık yılı ötesinde.

Evren Tweetlendi

Dolayısıyla, Andromeda ve diğer sarmal bulutsular Samanyolu'na muazzam uzaklıklardaydı. Milyarlarca yıldız içeren, ayrı birer "ada"ydılar.

Hubble evrenin ana yapıtaşlarını keşfetmişti. "Gökadalar" en büyük teleskopla gözlemlenen sınırlara dek, uzayın dört bir yanına saçılmıştı.

İnsanlık sonunda içinde kaybolduğu evrenin gerçek boyutunu öğrendi. Evren kimsenin hayal edemeyeceği kadar engindi.

88. Gökadaların uzaklığını nereden biliyoruz?

Gökadalar evrenin yapıtaşlarıdır, bu yüzden "Gökada uzaklığını nasıl biliyoruz?" sorusu, "Evrenin boyutunu nasıl biliyoruz?" ile aynıdır.

Bir gökadanın uzaklığını bulmak için parlaklığını yakındaki benzeri bir cisimle karşılaştırabileceğimiz bir "standart ışık kaynağı" gerekir.

Gökbilimciler yakın gökadalar için Cepheid değişkenlerini kullanır. Parlaklıklarının değişme süreleri, gerçek parlaklıklarıyla ilgilidir.

Ultra parlak Cepheid'ler M100 gökadasında tespit edildi, gökada mesafesi Samanyolu'na 56 milyon ışık yılı olarak belirlendi.

Daha öteleeri ölçmek için gökbilimcilerin Cepheid'lerden daha da parlak standart ışık kaynakları bulmaları gerekir: Tip Ia süpernovalar.

Tip Ia süpernovalar, bir yıldızın Dünya boyutunda bir "beyaz cüce"ye madde boşaltarak, onun patlamasına neden olduğu ikili sistemlerde olur.

Yaygın kanıya göre bu tür beyaz cüceler sonunda süpernova olarak patladıklarında, daima aynı parlaklığa sahip olurlar.

Tip Ia süpernovalar öyle parlaktır ki evrenin en kıyısından bile görünür. En uzak gökadaların mesafe tahmini için değerler sağlamıştır.

Kozmik mesafe ölçümleri "Hubble sabiti"ni tahmin etmemizi sağlar, o da evrende mesafe kestirmeye yarar. Şimdiki en iyi tahmin: 73 km/sn/Mpc.

Yani: Diğerine 1 megaparsek (3,26 milyon ışık yılı) uzak bir gökada, Büyük Patlama'ya bağlı genişlemeden ötürü 73 km/sn daha hızlı uzaklaşır.

Evren Tweetlendi

Gökadanın hızı, yaydığı ışık dalgalarının esneyişinden anlaşılır (kırmızıya kayma). Bununla ve Hubble sabitiyle mesafe tahmin edilebilir.

Not: Mesafe çok da anlamlı değildir. Işığın hızı yüzünden daima bir cismin "daha önceki haline" olan mesafe ölçülmüş olur.

Gökbilimciler bir gökadayı olan uzaklık yerine, "kırmızıya kayma"ya başvururlar; bize olan uzaklığın daha anlamlı bir ölçümüdür bu.

89. Kuasar nedir?

Kuasarlar yıldızimsı ışık noktacıklardır –“yıldız benzeri”nin kısaltması– ama yıldızların görünebilir olduğu mesafenin çok ötesindedirler.

Hollanda kökenli Amerikalı gökbilimci Maarten Schmidt onları 1963’de keşfetti. Başkaları da görmüştü ama önemlerini ilk kavrayan Schmidt’ti.

Evrenin akıl almaz derecede uzaklarında oldukları halde böyle ısıtılı olduklarına göre kuasarların müthiş parlak olmaları gerekiyordu.

Tipik bir kuasar Samanyolu gibi normal bir gökadanın 100x enerji pompalar. Üstelik bu, Güneş Sistemi’nden küçük bir hacimden gelir.

Oysa nükleer enerjisi bunun için çok yetersizdir. Tek olası kaynak: Merkezdeki karadeliğe düşen maddenin yaydığı “kütleçekim enerjisi”dir.

Kuasar ışığı, lavabo deliğinde dönen su gibi, “yığılma diskinden” karadeliğin içine girdap gibi akarken akkorlaşan maddenin yaydığı ışıktır.

Bu, “yıldız kütlelerinde” normal bir karadeliğin değil, “süperkütleli” olanıdır. En parlak kuasarlarda kütleleri Güneş’in 30 milyar katına varır.

Kuasar keşfinden çok sonra “bulanık” çevre yıldızlar fark edildi. Kuasar, ışığıyla her şeyi bastıran, gökadanın süper parlak “çekirdeği”ydi.

Kuasarlar, ışığını yıldızların değil, süperkütleli karadeliğin yarattığı “aktif gökadalar”ın aşırı örneklerinden biridir.

Aktif gökadalar %1’lik bir oranı oluşturur. Kuasarların dışında eliptik “radyo gökadalar” ve sarmal “Seyfert” gökadalar vardır.

(Bizimki de dâhil) çoğu gökada gençken aktif (kuasar) süreçten geçmiş olabilir. Merkezî karadeliğin yakıtı bittiğinde süreç sonlanmıştır.

Bugün kuasar yoktur. Altın çağları milyarlarca yıl önceydi. Teleskopla gördüklerimiz, adeta zamanın başlangıcındaki parlak fenerler gibidir.

90. Sadece birkaç gökadada mı karadelik var?

Keşiflerinden sonra uzunca bir süre kuasarlara bir anormallik; normal gökadalara bağlantısı olmayan kozmik bir tuhaflık olduğu düşünöldü.

Ama zamanla, tüm olmasa da, çoğu gökadanın merkezinde, Güneş'in milyonlar/milyarlarca katı süperkütleli karadelikler barındırdığı anlaşıldı.

Çoğu süperkütleli karadelik, yıldızlar arası toz perdesinin ardında olduğundan, hiçbir şey yapmadan sessiz sakin durur ve kolayca görölemez.

Mütevazı boyutta da olsa, Samanyolu'nun bile süperkütleli bir karadeligi vardır. Sagittarius A*'nın kütlesi, Güneş'in ~4,3 milyon katıdır.

Bizimki de dâhil çoğu gökadanın gençken sarsıntılı bir kuasar aşamasından geçtiği şüphesi güçlüdür. Gaz tedariki bitince süreç sonlanmışır.

Etrafta bolca besin maddesi olduğundan, kuasarlara evrenin erken aşamasında ortaya çıkmış olabilir. Yıldız oluşumuyla birlikte gazlara emilir.

Ayrıca gökadalara o zaman birbirine daha yakındı (evren giderek genişliyor). Gökada çarpışmaları merkezî karadelikleri beslemiş olabilir.

Süperkütleli karadelikler küçük, gökadalara büyüktür ama özellikleri bağlantılıdır. Karadeliklerin kütlesi, merkezî "ışıkının" 1/700'üdür.

Karadeliklerle gökadalara arasındaki yakın bağa işaret eder bu. Biri diğerini doğurmuş olabilir veya birlikte doğmuşlardır.

Süperkütleli karadeliklerle gökadalara arasındaki bağlantının tam yapısı, evrenbilimin çözölmemiş en büyük bulmacalarından biridir.

91. Gökadalarda neden dev karadelikler var?

Standart tabloya göre önce gökadar oluşmuştur. Ardından, hepsinin değilse de çoğunun merkezinde yer alan dev karadelikler gelmiştir.

Senaryo: (Bugünkünden küçük) ilk gökadarın kalbi yıldızla doludur. Bunlar patlar, geride karadelikler bırakır, onlar da çarpışıp birleşir.

Kalabalık genç evrende çarpışan gökadarlar daha büyük gökadarları yaratır. Bu süreçte birleşen merkezî karadelikler, onları daha da büyütür.

Bu tür “süperkütleli” karadelikler (SKKD) son 10 milyar yılda gazları ve çevredeki yıldızları yiyerek, büyümeye devam ederler.

Senaryonun sorunu: Merkezî karadeliklerin neden daima ev sahibi gökada “şişkinliği”nin 1/700 kütlelerinde olduğunu açıklamıyor.

Olası açıklama: “Jetler”. Süperkütleli karadelikler dönerler ve kutuplarından (dönüş eksenini) etrafa incecik madde jetleri fırlatırlar.

Jetleri tetikleyen: Karadelik etrafında dönen süper sıcak “yığılma” diski içinde amansızca bükülen manyetik alanların bastırılmış enerjisi.

Jetler oluşunca gaz püskürtür –yeni yıldız hammaddesi– yıldız oluşumunu bitirirler. SKKD kütlesi/şişkinlik kütlesi ilişkisini açıklayabilir.

Ama Oxford’lu Joe Silk de dâhil bazıları, senaryonun ters olduğunu düşünüyor; SKKD’leri gökadarlar yaratmaz, SKKD’ler gökadarları yaratır.

Silk’e göre Büyük Patlama ardından soğuyan kalıntılar katılaşıp dev gaz bulutlarına dönüştü –gökada öncülleri– ama bir şey yapmadan durdu.

Kiminin çekirdeği öyle yoğun ki kendi kütleçekimiyle sıkışıp SKKD oluştu. Devreye giren jetler, milyonlarca ışık yılı uzaklara fırladı.

Durağan bir gaz bulutuna saplanan jetler, gazı sıkıştırarak bir yıldız oluşum akımını tetikledi ve yeni gökadarları yarattı.

Kanıt: Uzayda herhangi bir gökadan 23.000 ışık yılı uzakta (yaklaşık Güneş'in Samanyolu merkeze uzaklığı) sürüklenen HE0450-2958 kuasarı.

HE0450-2958'in etrafında hiç gökada yok gibidir. Bilinen tek çıplak kuasardır; yani, boşlukta tek başına sürüklenen süperkütleli karadelik.

Çıplak kuasardan fırlayan jet, gökabaya lazer ışını gibi saplanır. Bazıları gökadayı kuasar jetinin doğurduğuna inanır.

92. Dev karadelikler nasıl kısa sürede o kadar büyüdüler?

Büyük Patlama'dan kısa süre sonra oluşan en uzak kuasarlardan bazılarında zaten kütlesi Güneş'in 10 milyar katı olan karadelikler vardı.

Evren tarihinin bu denli başlarında canavar karadeliklerin oluşu, ortaya zorlu bir soru çıkarır: O kısa sürede nasıl böyle büyüdüler?

Standart tabloya göre ilk gökadalara yıldız kütleli karadelikleri birleşerek büyüdü. Gökadalar çarpışınca karadelikleri birleşti.

Çoğu uzak kuasarda zaten mevcut olan karadelikleri açıklamak için bu çok aşamalı sürecin gerçekten çok hızlı ilerlemiş olması gerekir.

Amerikalı astrofizikçi Mitchell Begelman'ın sunduğu alternatifle daha süperkütleli karadeliklerin daha hızlı oluşması mümkündür.

İlk gökadalara oluşturmak üzere sıkışmakta olan bulutun derinliklerinde gazlar öyle yoğunlaşır ki yıldızdan önce dev karadelik oluşur.

Merkezdeki karadelik kendisini çevreleyen gazlarla beslenerek hızla büyür. Gaz bulutu halen sıkışmayı sürdürdüğünden besinini hızla alır.

Senaryoya göre ortaya, içinde giderek büyüyen bir karadelik saklı – Begelman'ın "kuasistar"* adını verdiği– dev bir ışıltılı gaz topu çıkar.

Genelde karadelik büyüdüğünde ısısı etraftaki gazı püskürtür ve büyüme sınırlanır. Oysa Begelman'ın karadeliği müthiş bir hızla büyüyebilir.

Bir tırtılın içindeki parazit arı gibi, der Begelman, karadelik de yavaş yavaş kendi kozasını yer.

* Yıldızimsı, yarı yıldız.

Nihayetinde kendini kuşatan gazın son kalıntılarını da püskürtür ve... ortaya olgun bir dev karadelik çıkar.

Senaryoyu doğrulamak kolay olmayacak. Ancak "kuasistar"lar doğal olarak muazzam miktarda ısı pompalayacaktır (kızılötesi ışık).

Bunun da 2018'de fırlatılacak ve kızılötesi dalga boyunda gözlem yapacak olan James Webb Teleskobu'yla tespit edilmesi mümkün olacaktır.

93. Evrendeki en büyük cisimler hangileridir?

Evrendeki 100 milyar gökada uzaya eşit olarak yayılmamıştır. Onun yerine yığınlar, yani "kümeler" halinde dururlar.

Tıpkı gökadalara kümelerde toplaşması gibi gökada kümeleri de daha büyük "süperkümeler" içinde toplaşır.

Samanyolu Yerel Grup denen ~30 gökadalık bir topluluğa aittir. Yerel Grup ise Başak Kümesi denen yerel süperkümeye bağlıdır.

Ancak süperkümeler bile evrene eşit yayılmamıştır. Onlar da daha büyük yığınlar içinde gruplaşır.

Bazı yerlerde büyük süperkümeye zincirleri uzayda yılan gibi gezinirken, bazı yerlerde de süperkümeler bir perde ya da "duvar" oluşturur.

Büyük Sloan Duvarı normal gökadalara 10.000 katı kütle ve 1,4 milyar ışık yılı çapa sahiptir (gözlemlenebilir evren çapının 1/60'ı).

Büyük Sloan Duvarı 2006 *Guinness Rekorlar Kitabı*'nda bile "evrenin en büyük yapısı" olarak kendine bir yer edinmiştir.

Kozmik tarihin başlarında iri cisimlerin var oluşu, gökbilim için bir sorundur. Büyük Patlama'dan bu kadar kısa süre sonra nasıl oluşular?

En iri yapılar evrenin ilk saniyesinde, enerjide oluşan rastgele "kuantum dalgalanmaların" devasa boyutlara ulaşmış kalıntılarıdır.

İlginçtir ki bugünün evrenindeki en büyük gökada gruplaşmalarının tohumunu Büyük Patlama'da tek bir atomdan da küçük ilkel yapılar ekmiştir.

94. Gördüğümüz gökadar göz yanılısaması olabilir mi?

Britanya, Jodrell Bank'teki MERLIN radyo teleskobu 1977'de birbirine şaşırtıcı derecede benzeyen iki kuasarı gözlemledi.

İki kuasar QSO 0957 + 561 benzer olmaktan da öte, aynıydı. "İkiz Kuasar" ilk "kütleçekimsel mercecek" sistemiydi.

Kütleçekimsel mercecek Einstein'ın kütleçekim teorisinin (genel görelilik) öngördüğü (1915) kütleçekimle ışık bükülmesinin bir çeşididir.

Büyük kütleli bir cisim (gökada kümesi) uzak bir cisimle (kuasar) aramızdaysa, onun kütleçekimi uzak cismin ışığını bükebilir/ odaklayabilir.

Işık araya giren cismin çevresini çeşitli yollardan dolaşabildiği için çoklu görüntüler doğar. En çok 5. Bazıları soluktur, kolay görülemez.

Araya giren cismin K-mercek etkisi, uzak cismin ışığını odaklamakla kalmaz, yoğunlaştırarak parlaklığını artırır.

Bu yüzden K-mercek etkisi doğanın teleskobu işlevini görerek normalde görülmeyecek kadar uzakta olan cisimleri parlaklaştırır.

Gördüğümüz yakın gökadar ise gerçekten oradadır. Daha öteelerde mercecek etkisi araya girebilir. Uzak evren çok daha göz yanıltıcıdır.

Öte yandan K-mercek etkisi her zaman net görüntü yaratmaz. Bir gökada kümesinin kütleçekimi uzak cisim görüntüsünü yay gibi bükür.

K-mercek baş aşağı çevrilip etkiyi yaratan maddelerin dağılımı gözler önüne serilebilir; doğrudan görülemeyecek kadar karanlık olsalar da.

Büyük Sinoptik Araştırma Teleskobu (Şili) evrendeki –özellikle karanlık– maddenin dağılımını çıkarmak için zayıf merceklemeye kullanacak.

Teleskop ışığı gözlemlemek için icat edildi. İlginç olansa Büyük Sinoptik Araştırma Teleskobu'nun karanlığı gözlemleyecek olması!

Claudio Maccone K-mercek olarak Güneş'i kullanmayı önerdi. "Kütleçekim teleskobunun" odağı Pluto'nun ötesinde olacağından, yapımı zordur.

95. Teleskoplar neden zaman makinesi gibi görülür?

Işık, hızlı olsa da, sonsuz hızlı değildir. Cisimlerden bize ulaşması zaman alır. Bu nedenle cisimlerin daha önceki hallerini görürüz.

Işığın 300.000 km/sn (jet uçağından milyon x fazla) gibi muazzam bir hızı olduğundan, gecikme etkisi gündelik cisimlerde ayırt edilmez.

Ancak evren BÜYÜKTÜR, mesafelerse devasa. Işığın gök cisimlerinden bize gelmesi zaman alır. Bu yüzden teleskop aslında "zaman makinesi" dir.

Ay'ın 1,3 sn; Güneş'in 8,3 dk; en yakın yıldızın 4,2 yıl, çıplak göze en uzak cismin (Andromeda) 2,5 milyon yıl önceki halini görürüz.

Bir gök cisminin "şimdi" nasıl görüldüğünü bilmek imkânsızdır (anlamsız kavram). Sadece ışığı yola çıktığında nasıl görüldüğünü biliriz.

Diyelim, ışık öyle yavaş ki sokaktan karşıya 100 yılda geçiyor. Orada gözükten ev çoktan gitmiş olabilir. Uzak gökadalar için de durum aynı.

En uzak gökadalar artık orada olmayabilir. Biz onları 10 milyar yıl önceki halleriyle görüyoruz; Dünya doğmadan çok zaman önceki halleriyle.

Işıkla (aslında radyo dalgası diye bilinen form) görebildiğimiz en uzak geçmiş, 13,7 milyar yıldır; evrenin doğumundan 380.000 yıl sonrası.

13,7 milyar yıllık ışık, Büyük Patlama'nın "artık parıltısı"dır. Ondan önce evren "sisle" doluydu. Işık düz bir hatta yol alamıyordu.

TV istasyonları arasındaki parazitin %1'i Büyük Patlama'nın "artık parıltısı"; ilk ışıktır. Evrendeki fotonların %99,9'una karşılık gelir.

Evren

96. Evren ne kadar büyük?

Evren ne kadar büyük, sorusunu yanıtlamak için öncelikle “evren” ile tam olarak neyin kastedildiğini tanımlamak gerekir.

Önemli olgu: Evren sonsuzluktan beri var olagelmedi. Doğdu. 13,7 milyar yıl önce muazzam Büyük Patlama ile var oldu.

Olgu: Evren doğdu demek, ışığı bize 13,7 milyar yıldan kısa sürede gelen gökadalara görüyoruz demektir. Daha uzak cisimler: Işık hâlâ yolda.

Dünya merkezli gördüğümüz cisimler –yaklaşık 100 milyar gökada– “gözlemlenebilir evren” diye bilinen devasa bir uzay “balonu” içindedir.

Gözlemlenebilir evrenin kenarına olan uzaklık 42 milyar ışık yılıdır ki bu da çapının yaklaşık 84 milyar ışık yılı olduğu anlamına gelir.

S: Evren 13,7 milyar yaşındaysa, kenarı nasıl 42 milyar ışık yılı uzakta olabilir? Y: Evren ilk başta ışıktan daha hızlı genişledi; “şişti”!

Not: Işık hızı yalnız Özel Görelilik’te (Einstein) maksimum hızdır (1905). Genel Görelilik’te (1915) uzay herhangi bir hızla genişleyebilir.

Gözlemlenebilir evrenin sınırı “ışık ufku” denen hayali bir sınırdır ve bu teleskopla görülebilen en uzak noktaya karşılık gelir.

“Kozmik ufuk” denizdeki ufuk gibidir. Ufkun ötesinde daha çok okyanus bulduğumuz gibi kozmik ufuk ötesinde de daha çok evren bulabiliriz.

“Şişme teorisi”ne göre ufkun ötesinde sonsuz miktarda evren olabilir. Sonsuz bir evren!

97. Büyük Patlama nedir?

Bundan 13,7 milyar yıl kadar önce tüm uzay, zaman, enerji ve madde, muazzam bir ateş topu şeklinde Büyük Patlama denen patlamayla var oldu.

Büyük Patlama'dan bu yana evren genişlemeyi sürdürdü, soğuyan kalıntılardan (Samanyolu dâhil) gökadar meydana geldi.

Tarih. 1916'da Albert Einstein kütleçekim teorisini (genel görelilik) en büyük kütleçekime sahip kütleye uyarladı; evren.

Teorisi evrenin hareket halinde olması gerektiğini söylese de onun durağan olduğuna inanan Einstein, kendi denklemlerindeki mesajı kaçırdı.

Aleksandr Friedman (1922) - Georges Lemaître (1927) gerçeği ayrı ayrı buldular. Evren "durağan" değildi, (Büyük Patlama'dan) "evriliyordu".

Belçikalı Katolik rahip Lemaître, Büyük Patlama'dan doğan evren ile İncil'deki Yaratılış'ın "Işık olsun" öyküsü arasında paralellik gördü.

Edwin Hubble 1929'da evrenin genişlediğini keşfetti. En yakındakiler hariç tüm gökadar bizden uzaklaşıyordu. Ne kadar uzak, o kadar hızlı.

Gökadar birbirinden uzaklaşıyorsa geçmişte daha yakındı. 13,7 milyar yıl önce bir aradaydılar. İşte bu Büyük Patlama'ydı.

Evren küçükken daha sıcaktı (tıpkı bisiklet pompasıyla sıkıştırılan havanın ısınması gibi). Bu yüzden, Büyük Patlama çok "sıcak"tı.

Hoyle, Bondi ve Gold önerisi: "Durağan durum teorisi" (1948). Evren genişler ama boşluklarda yeni madde doğduğundan, evren hep aynıdır.

Evren Tweetlendi

Bir radyo programında “Büyük Patlama” terimini ilk kez kullanan (1949), ilginçtir ki –Büyük Patlama teorisine inanmayan– Fred Hoyle oldu.

1960'larda radyo teleskoplarla uzak evrendeki kuasarlar görüldü. Bugünkü evrende yoktular. “Evrilen evren”, Büyük Patlama'yı destekliyordu.

1965, Arno Penzias - Robert Wilson, Büyük Patlama'nın “artık parıltısı” “ kozmik arka plan ışınlamını” buldu. Büyük Patlama teorisinin zaferi.

98. Büyük Patlama nerede gerçekleşti?

“Büyük Patlama” terimi zihinlerde her açıdan yanlış bir görüntü uyandırır. Bir patlama olmuş izlenimini verir.

Dinamit patlaması gibi bir patlama belli bir yerde olur ama “Büyük Patlama burada oldu” diye gösterebileceğiniz bir yer yoktur.

Büyük Patlama sırasında evren var oluverdi ve hemen, her yerde büyümeye başladı. Bu aynı anda her yerde oldu.

Kabaran kekin içindeki üzümleri düşünün. Herhangi bir üzüme göre tüm diğerleri ondan uzaklaşıyordur (ve kenarsız, sonsuz bir kek düşünün!).

Genişleyen bir evrende de herkes aynı manzarayı görür. Herkes patlamanın ortasında gibidir (oysa hiçbiri değildir).

Yine bir dinamit patlamasında, şarapnel önceden var olan bir alanın içinde patlar. Ancak evren için önceden var olan bir alan yoktur.

Büyük Patlama herhangi bir şeyin içine yayılmadı. Sadece uzay var oldu ve her bir parçası diğerinden uzaklaşmaya başladı.

Yine sonsuz keki düşünün. Eğer sonsuzsa, içinde genişleyeceği bir “dış” yoktur. Genişleme, içteki her noktanın birbirinden uzaklaşmasıdır.

Tabii uzay, balon yüzeyinin yüksek boyutlu versiyonu gibi, kendi üstüne bükülebilir. Yine içinde genişleyebileceği bir “dış” yoktur.

Zorlandıysanız, şöyle düşünün: Büyük patlama 4 boyutludur (3 uzay, 1 zaman) ve bizim gibi 3D varlıklar için hayal edilmesi çok zordur.

Büyük Patlama’nın sadece parçalarını anlayabiliriz, tamamını kavrayamayız. Bunu ancak genel göreliliğin matematik teorisi yapabilir.

99. Bir Büyük Patlama olduğunu nereden biliyoruz?

Evren büyüyorsa önceden daha küçük olmalı. Evrendeki helyumun (atomların %10'u) açıklaması ancak Büyük Patlama fırınından çıkması olabilir.

Gündelik yaşamdan bir kanıt: İstasyon ayanı yapılan TV'de gördüğümüz statığın ya da "karlanmanın" %1'i doğrudan Büyük Patlama'dan gelir.

Büyük Patlama'nın ateş topu, H-bombasının ateş topu gibidir ama ikincisinde bombanın ısısı çevreye yayılırken, BP için bu mümkün değildir.

Büyük Patlama ısısının gidecek hiçbir yeri yoktu. Evrenin içine sıkışmıştı ki tanım itibarıyla evrenden başka bir şey de yoktu.

BP'nin ısısı hâlâ mevcut ama evrenin 13,7 milyar yıllık genişlemesi boyunca hayli soğudu. Şimdi mutlak sıfırın sadece 3° üstünde (-270 °C).

Büyük Patlama'nın "artık parıltısı" görünür ışık olarak değil, mikrodalga (& mm dalgalar) olarak belirir; TV'lerimiz bu görünmez ışığı alır.

Büyük Patlama mikrodalgaları TV anteninize gelmeden önce 13,7 milyar yıl yol aldılar ve dokundukları son şey Büyük Patlama'nın ateş topuydu.

Evrendeki fotonların (ışık parçacığı) %99,9 gibi dev bir oranı yıldızlar/gökadaldan değil, Büyük Patlama'nın artık parıltısından gelir.

Evreni dışardan görebilsek en çarpıcı özelliği "yaratılışın artık parıltısı" olurdu. Tüm uzay, bir ampulün içi gibi ışıldardı.

Atmosfer ve tüm soğuk cisimler (siz bile) mikrodalgayla ışıldar, bu yüzden gariptir ama evrene hâkim olan ışık, görülmesi zor bir ışıktır.

"Kozmik arka plan ışıınımı" ancak 1965'te; New Jersey, Holmdel, Bell Labs'daki iki radyo gökbilimci tarafından tesadüfen keşfedildi.

Mikrodalga parıltısının güvercin pisliğinden olduğunu (kuşlar çanağa yuva yapar) sansalar da Arno Penzias ile Robert Wilson Nobel'i aldılar.

Evren

Kozmik arka plan ışınlamayı, yanında, evrenin sadece 380.000 yaşındaki haline ait paha biçilmez bir “bebeklik fotosu” taşır.

Artık parılının ortalamadan sıcak/soğuk olduğu yerler, maddenin Büyük Patlama sonrası ilk pıhtılaşmalarını; gökada “tohumlarını” gösterir.

İlk kozmik yapıların “tohumlarını” bulmada oynadıkları role karşılık John Mather ile George Smoot da 2006 Nobel Fizik Ödülü’nü aldılar.

100. Büyük Patlama'dan önce ne oldu?

Başlangıçta “yalancı uzay boşluğu” vardı, der standart hikâye. Sıradışı bir özelliğe sahip olduğu için –itici kütleçekim– “şişti”.

Ne kadar uzay boşluğu olursa o kadar itici kütleçekim oluştu ve boşluk o kadar hızlı genişledi. Giderek hızlandı.

Ne kadar uzay boşluğu olursa o kadar da enerji oldu. Yoktan var olan enerji: Bir sıradışı özellik daha. “Beleş yemeğin” uç bir örneği.

Ama yalancı boşluk kararsızdı. Parçaları rastgele “bozunarak” “gerçek” boşluğa, uzayımıza dönüştü. Engin bir okyanusta oluşan köpükler gibi.

Yalancı boşluğun enerjisi bir yere gitmeliydi. Köpük evrenlerde madde yarattı, aşırı sıcaklıklara dek ısıttı. Sıcak Büyük Patlama'lar oldu!

“Şişme” temelli bu tabloda evrenimiz çok sayıdaki evrenden biridir, yalancı boşluğun durmadan gelişen bölümlerinden sonsuza dek ayrılmıştır.

Şişmenin buharı tükenince normal genişleme başladı. Şişmenin H-bombasıyla karşılaştırılınca, çubuk dinamit patlaması gibi bir şeydi bu.

Yüksek enerjili yalancı boşluk nereden geldi? Kuantum teorisi enerjinin yoktan var olmasına izin verir (Heisenberg belirsizliği).

Belki küçük bir yalancı boşluk parçası aniden var oldu/genişlemeye başladı. Boşluk, tüketilişinden daha hızlı büyüdüğü için şişme duramadı.

Akla gelen ilk soru: Yoktan doğaçlama enerji var oluşuna izin veren fizik yasaları (kuantum teorisi) nereden geldi?

Sonsuz gerileme. Evrenin kaplumbağa sırtında durduğunu söylemekten farksız olabilir bu. Şu soru çıkar ortaya: O kaplumbağa neyin sırtında?

Bertrand Russell'ın evrenbilim seminerine katılan hanımın dediği gibi: “İlahi, delikanlı! Ta aşağılara kadar kaplumbağa var tabii ki!”

101. Evren ne hızla genişliyor?

Evrenin genişleme hızı Hubble sabitiyle nicelenir. En iyi tahmin: 73 km/sn/Mpc (1 Megaparsek = 3,26 milyon ışık yılı).

Yani: Diğerine 1 megaparsek (3,26 milyon ışık yılı) uzak bir gökada, Büyük Patlama'ya bağlı genişlemeden ötürü 73 km/sn daha hızlı uzaklaşır.

Ne var ki evren hep bugünkü hızıyla genişlemedi. Aslında genişleme oranının inişli çıkışlı bir tarihi vardır.

Evrenin Büyük Patlama ile hızlı genişlemeye başlayıp enerji yitirdikçe yavaşladığını düşünebilirsiniz. Oysa durum daha karmaşıktır.

Başta sadece boşluk vardı. Boşluk akıl almaz bir hızla “şişerek” evrenin ilk saniyesinde en az 60 katına çıktı.

“Şişme” bitince muazzam boşluk enerjisi madde oluşumuna yol açtı ve onu muazzam sıcaklıklara dek ısıttı. İşte bu, sıcak Büyük Patlama'ydı.

Şişmenin ardından evren çok daha sakin bir hızla genişledi ve birbirlerini çeken gökadalardan fren etkisi yüzünden giderek yavaşladı.

Ancak yakın zamanda –son birkaç milyar yılda– büyük sürpriz gerçekleşti. Evrenin yavaşlamakta olan genişlemesi yeniden hız kazandı.

Gökbilimcilere göre boş uzay, tuhaf bir enerji içerir. Bu “karanlık enerji”nin itici kütleçekimi, evrenin genişleme hızını artırır.

Akla gelen ilk soru: Şişmenin giderek hızlanmasıyla karanlık enerjinin artan büyümesi arasında bir bağlantı var mı? Bilinmiyor.

Karanlık enerji itkili genişleme sürerse, gökadalardan uzaklaşacak. MS 100 milyar yılında Samanyolu gözlemlenebilir evrende tek gökada olacak.

102. Gökyüzü gece neden karanlık?

Bu soruyu 1610'da ilk kez soran kişi, Kutsal Roma İmparatorluğu imparatorunun kraliyet matematikçisi Johann Kepler'di.

Galileo'nun yeni teleskobu Padua'da çıplak gözle görülemeyen yıldızları göstermişti. Kepler sordu: Ya yıldızlar sonsuz hareket içindeyse?

Nasıl gür bir çam ormanının içinden bakınca ağaçtan başka bir şey göremezsek, evrenin içine bakınca da yıldızlardan başka bir şey göremeyiz.

Kepler şu sonuca vardı: Beklentinin aksine gece göğün karanlık değil, tipik bir yıldız yüzeyi kadar, Güneş kadar aydınlık olması gerekir!

Tipik yıldız aslında –tüm yıldızların %70'ini oluşturan– “kırmızı cüce”dir, bu yüzden gece gökyüzü ufuk boyunca kan kırmızısı olmalıydı.

Gece göğün neden aydınlık değil karanlık olduğu sorusu, soruyu popülerleştiren 19. yy Alman gökbilimcisinin adıyla anıldı: Olbers Paradoksu.

En akla yatkın açıklama Edgar Allan Poe'dan geldi. Gökyüzü belki de en uzak yıldızların ışığı bize henüz varmadığı için karanlıktı.

Poe'nun fikri evrenin sonlu yaşının keşfiyle desteklendi. Bizler ancak ışığı buraya 13,7 milyar yıldan kısa sürede ulaşan cisimleri görürüz.

Ancak Büyük Patlama bu paradoksu açıklamaz çünkü... ortada bir paradoks yoktur! Sonsuz yaşlı bir evrende bile gece gökyüzü aydınlık olmazdı.

Kepler yıldızların sonsuza dek yanacağı ve uzaya sonsuz ışık pompalayacağı yönünde üstü kapalı bir varsayımda bulundu. Oysa bu yanlıştı.

İşin doğrusu, evrendeki tüm yıldızlar tüm yakıtlarını ışığa dönüştürse bile bu, uzayı doldurup Dünya göğünü geceleri aydınlatmaya yetmezdi.

Gece göğünün neden karanlık olduğu sorusunun 400 yıllık bir bulmacaya dönüşüp onca kozmik düşünceyi tetikleyeceği kimin aklına gelirdi?

103. Karanlık madde nedir?

Bilen yok. Normal maddenin (atomlar) aksine hiç ışık yaymaz veya mevcut aygıtlarımızla tespit edilemeyecek kadar zayıf ışık yayar.

Ağırlığı, evrendeki görünür maddeden –yıldızlar ve gökadalar– altı ila yedi kat fazladır.

Varlığından haberdarız çünkü kütleçekimiyle görünür yıldızları etkileyerek onları gördüğümüzden fazla madde varmış gibi hareket ettirir.

İlk kanıt “kayıp kütle”: Samanyolu diskindeki yıldızların dikey hareketleri çok hızlı. Jan Oort 1932’de bu, görünmez maddeye tepkidir dedi.

Sonra 1934’de Fritz Zwicky kümelerdeki gökadalara küme merkezi etrafında çok hızlı döndüğünü buldu: Görünmez maddenin kütleçekimine tepki.

1980’lerde Vera Rubin sarmal gökada kıyısındaki yıldızların çok hızlı döndüğünü buldu. Atıklarındaki çocuklar gibi dışa savrulmalıydılar.

Gökbilimcilere göre yıldızlar gökadalar arası uzaya savrulmuyor çünkü görünmez, “karanlık” maddenin kütleçekimi onları tutuyor.

(Samanyolu dâhil) tüm sarmal gökadalara, yıldızlardan çok daha ağır, dev bir küresel karanlık madde “halesi” içine gömülü olduğu sanılıyor.

Karanlık maddenin kimliği, fiziğin en büyük bulmacalarından biri. Pek çok bilimcinin favori adayı: Henüz tespit edilmemiş atomaltı parçacık.

Karanlık madde her zaman her yerde olduğundan Dünya’nın içinden de geçiyor olmalı. Onu bulmak amacıyla madenlerde birkaç deney düzenlendi.

Karanlık madde adayını Cenevre yakınındaki dev “atom çarpıştırıcı” Büyük Hadron Çarpıştırıcısı’nın bulma olasılığı oldukça yüksek.

Karanlık madde bulmacasını çözen kişi hiç şüphesiz Nobel Ödülü’nü kazanacak.

104. Karanlık enerji nedir?

Görünmez yapıdadır. Tüm uzayı doldurur ve evrenin genişlemesini hızlandıran itici kütleçekimine sahiptir.

Karanlık enerjiyi 1998'de 2 ekip keşfetti; birinin başı Amerikalı Saul Perlmutter'di, diğerinin Avustralyalı Nick Suntzeff ve Brian Schmidt.

Uzak evrendeki "standart ışık kaynağı" süpernovalar beklenenden sönüktü. Normal kozmik genişlemeden fazlası onları uzaklaştırıyor olmalıydı.

Kozmik genişleme tüm beklentilerin aksine hızlanıyordu (gökadalar arası kütleçekimin "fren" etkisi yüzünden yavaşlıyor olmalıydı).

O zaman uzayın kendisi tüm gökadalara birbirine yaklaştıran kütleçekime karşı koyan "elastiki" bir şey –karanlık enerji– içeriyor olmalıydı.

Karanlık enerji evrenin ana bileşenidir. Tüm kozmik kütle-enerjinin %73'üne karşılık gelir (karanlık madde %23; sıradan madde %4).

Evrenin ana ögesinin ancak 1998'de bulunması inanılmaz: 19. yy'da fizikte yapacak pek bir şey kalmadığını savunan fizikçilere bir ders.

Karanlık enerji aslında çok seyrektir ama etkisi birikir. Bu da kozmik hacimlere hükmederken, Dünya'da niye hissedilmediğini açıklar.

Karanlık enerji hiç şüphesiz bilim tarihinin en beklenmedik keşiflerinden biridir. Aynı zamanda en akıl karıştırıcı olanlarından.

Kuantum teorisi bize bilgisayar, lazeri, nükleer reaktörü verdi; Güneş'in niye parladığını, bastığımız yerin niye katı olduğunu anlattı.

Ama teoriyi boşluk enerjisini –karanlık enerji– öngörmede kullanınca, gözlemlenenden 1'i takiben 120 sıfır kadar büyük bir rakama ulaştık.

Karanlık enerji bilim tarihinde bir öngörü ile bir gözlem arasındaki en büyük tutarsızlığı temsil eder. Bir yerlerde bir hata mı vardı?!

Çoğu fizikçi "büyük bir fikri" gözden kaçırdığımızı düşünüyor. Ancak biri onu bulduğu zaman, karanlık enerjiyi anlayabileceğiz.

105. Evren yaşam için özel olarak mı biçilmiş?

Öyle gibi görünüyor ama bu konuda çok temkinli olmalıyız çünkü bilimde görünüş yanıltıcı olabilir.

Kütleçekim yüzdesi biraz fazla olsa Güneş çekirdeği sıkışır/ısınır, yakıtı 1 milyar yılda biterdi; akıllı yaşam için yeterli zaman olmazdı.

Öte yandan kütleçekim yüzdesi biraz düşük olsa Güneş çekirdeği yanacak kadar sıkışmaz/ısınmazdı. Dünya'da yaşam oluşamazdı.

Benzeri şekilde, nükleer kuvvetin yüzdesi biraz fazla olsa Güneş yakıtını 10 milyar yılda yakmaz, 1 saniyeden kısa sürede tüketip patlardı!

Doğada nereye baksak fizik yasaları biz burada olalım diye "ince ayar" yapılmış gibidir. Soru: Bundan nasıl bir sonuç çıkarabiliriz?

(Bilimsel olmasa da) bir olasılık, fizik yasalarını Tanrı'nın ayarlamış olması. Ama evreni doğaüstü bir etkinin yönettiğine dair kanıt yok.

Başka bir olasılık; her biri farklı yasalara sahip birçok evren var ve biz kendimizi yaşama göre ayarlı olanında bulduk. Nasıl bulmayız ki?!

Fizik yasaları bu şekilde çünkü aksi durumda biz onları fark etmek üzere var olamazdık, yönündeki tersten bakan fikre "antropik ilke" denir.

Dikkat: Henüz derin bir "her şeyin teorisi" yok. Olsa, doğa kuvvetlerinin bağlantılılığını gösterebilir. İnce ayar sandığımızdan az olabilir.

Ancak bir konu var ki –karanlık enerjinin inanılmaz derecede küçüklüğü– onun için antropik açıklama kaçınılmaz görünüyor.

İtici karanlık enerji, varlığımız için elzem gökadalara oluşturan gaz bulutlarının sıkışmasını önlememiş olması için, aşırı küçük olmalı.

106. Birden fazla evren mi var?

Doğa bu evrenin tek evren olmadığını adeta kafamıza vura vura haykırıyor. Kanıtlar her yönden geliyor.

"Çoklu evren" in pek çok versiyonu var. Bunların nasıl olup da pürüzsüz bir bütün oluşturacağı henüz belli değil. Bu yeni bir paradigma.

Kozmik "ufkun" ötesinde de evren olduğunu kesin olarak biliyoruz. "Şişme" teorisine göre bizimki gibi sonsuz sayıda ortam var.

Her birinde Büyük Patlama yaşanmış ama soğuyan kalıntılardan farklı gökadar/yıldızlar oluşmuş olmalı. Dolayısıyla geçmişleri de farklı.

Fizik yasalarındaki bizim burada olmamız için yapılmış görünen bariz ince ayar, farklı fizik yasalarına sahip başka evrenlerin de işareti.

Farklı yasaları olan birçok ortama çatı oluşturan teori, "sicim teorisi" dir. Buna göre parçacıklar, kütle-enerjinin titreşen "sicimleri" dir.

Sicim teorisine göre evrenlerin sayısı 1'in yanında 500 sıfır kadar olabilir. (Sorun: Biz niye bundayız da bir başkasında değil?)

Kuantum teorisi de atomların birçok paralel gerçeklikte var olduğunu ya da varmış gibi davrandığını gösterir (çoğu fizikçi ikinciye inanır).

Kuantum teorisinin "çoklu dünyaları"yla evren ufku ötesi ortamların alternatif tarihleri arasındaki bağlantının güçlü işaretleri vardır.

Hatta fizikçi Max Tegmark tek bir "çoklu evren" değil, iç içe geçmiş oyuncak bebekler gibi koca bir hiyerarşi olduğuna inanır.

Evrende Yaşam

107. Yaşam nasıl başladı?

Yaşamın tarifi zor ama şöyle denebilir: Yaşam Darwinci evrim sürecinden geçme kapasitesine sahip, kendine yetebilen kimyasal bir sistemdir.

Evrende yaşam oluşabildiği kesin. Aynada kendinize bakmanız yeterli. Büyük Patlama'da evren yaşamsızdı, şimdiyse en azından bizi içeriyor.

Evren hidrojen (en basit) ve helyumla (diğer atomlara katılmayacak kadar antisosyal) başladı: Karmaşık biyomolekül oluşumu için yetersiz.

Nükleer füzyonla yıldızlarda daha ağır element atomları birikti; karbon, oksijen ve nitrojen. Karmaşık "hidrokarbon" oluşumu artık mümkündü.

Aralarında muhtemelen aminoasitlerin de bulunduğu bu "organik" moleküllere uzayın her yerinde rastlanır. Onlar yaşamın yapıtaşlarıdır.

Yeni doğmuş Dünya'da kendini çoğaltabilen ilk moleküller gök korunağı altında, su birikintilerinde oluştu. Tam olarak nasıl, bilinmiyor.

Önce (muhtemelen) basit RNA (ribonükleik asit) oluştu sonra karmaşık DNA (deoksiribonükleik asit). Ve kendini çoğaltan ilk "hücreler" geldi.

Hayatta kalım için optimum özelliklere sahip olanlar geride en çok dölü bıraktıkça (doğal seçilimle evrim) organizma popülasyonları değişti.

Bebek Dünya neredeyse soğur soğumaz üstünde yaşam yeşerdi: Yaşamsızlıktan yaşama adımın kolaylığına işaret (laboratuarda imkânsız olsa da).

Gerekenler: Yaşamın moleküler yapıtaşları, aralarındaki tepkimeyi tetikleyecek enerji, içinde tepkimelerin oluşacağı su gibi bir çözücü...

Evrende Yaşam

Aminoasit gibi yaşamsal yapıtaşlarıyla yüklü kuyruklu yıldızların bombardımanı altındaki genç Dünya, besbelli kusursuz bir ortamdı.

Su olmasa yaşam olabilir miydi? Belki. Ancak su evrendeki en yaygın sıvıdır. Eşsiz özellikleri, onu vazgeçilmez kılar.

Hayat hep karbon bazlı mıdır? Olmayabilir. Ancak karbon, yine karmaşık bir kimyası olan silikonun 7 katı bollukta, en bol 4. elementtir.

108. Güneş Sistemi'nin başka bir yerinde yaşam olabilir mi?

Uzay çetin yerdir. Boşluk, aşırı soğuk ve sıcak, ölümcül UV ışınımı, yüksek enerjili parçacıklar; hepsi canlı hücreler için çok zararlıdır.

Çok sıcakta karmaşık moleküller dağılır, çok soğukta metabolizma kimyası çok yavaş olur. Ayrıca parçacıklara/ışınımına karşı korunma gerekir.

Ay ve Merkür gibi havasız ortamlar neredeyse kesinlikle yaşamsızdır. Güneş Sistemi'nin soğuk kıyılarındaki çoğu dünya için de bu geçerlidir.

Uzak geçmişte Mars daha yoğun atmosferi, daha yüksek sıcaklığı, okyanuslarıyla Dünya'ya daha çok benziyordu. Yaşam belki de Mars'ta başladı.

Mars mikroorganizmaları bugün hâlâ yüzeyin zorlu şartlarından uzak, yeraltı su kovuklarında yaşamlarını sürdürüyor olabilir.

Yanıt gelecekteki Mars numuneleri toplanacak uzay seferlerinde yatıyor. İkinci bir biyoloji bulmak (Mars'ta) bilim için muhteşem olurdu.

Kalın Venüs ve Jüpiter atmosferinin belli derinliklerinde bakteriler hayatta kalmış olabilir. Ancak yaşamın nasıl başladığını bilmek zordur.

Jüpiter uydusu Europa: Buzul okyanus, enerji kaynağı (gezegen gelgitleri), kuyruklu yıldız biyomolekülleri var. Karmaşık yaşam bile olabilir.

Bu, Jüpiter uydusu Ganymede ve Satürn uydusu Enceladus ile Titan için de geçerli olabilir. Doğruluğunu sınamak zor ve pahalı olacaktır.

"Ekstremofillerin" varlığı –kayada, karanlıkta, çok sıcak suda vs bakteriler– Güneş Sistemi'nin birçok yerinde yaşam olabileceğini gösterir.

Ancak şimdiye dek hiçbir şey bulunamadı. Yatıştırıcı düşünce: Tüm evrende yaşam barındırdığını bildiğimiz tek yer hâlâ Dünya'dır.

109. Yaşam uzaydan gelmiş olabilir mi?

Olmaz diyemeyiz. Yakınımızdaki Mars'ı ele alalım. Dünya'dan küçük. Yani oluşumdan sonra bizden çabuk eriyik durumdan katılığa geçmiş olmalı.

Mars yüzeyinde kurumuş okyanus ve nehirlerle dair kanıtlar var. İlk 500 milyon yılında cennet gibi olmalı. Orada yaşam yeşermiş olabilir.

Buna Dünya'da Mars göktaşları bulduğumuz gerçeğini de ekleyelim. Kızıl Gezegen'deki çarpışmaların uzaya fırlattığı göktaşları buraya düştü.

Yani Dünya'ya "tohumu" Mars göktaşları tarafından taşınan mikroorganizmalar ekmiş olabilir. Hepimiz Marslı olabiliriz!

Dünyalar arası yaşam aktarımı fikri –"gezegensel panspermi"– oldukça yaygındır. Ancak yıldızlar arası aktarım fikri tartışmalıdır.

Chandra Wickramasinghe–müteveffa Fred Hoyle uzak yıldız ışığını bulutların emdiğini gördü. Emilim şablonu bakterilerinkiyle uyumlu, dedi.

Wickramasinghe ile Hoyle'un tartışmalı iddiası: Yıldızlar arasında sürüklenen gaz bulutları sayısız ölü bakteri içerir.

Bu bulutlar yıldız/gezegen olarak yoğunlaştığında, bakteriler kuyruklyıldızların geçici eriyik çekirdeğinde kalır. Bazısı yaşar ve çoğalır.

Bir kuyruklyıldız, Güneş'e doğru ittirildiğinde bakterileri Dünya gibi yüzeylere taşır. Unutun Marslıları, belki de yıldızların çocuğuyuz!

“Yıldızlar arası panspermi” henüz laboratuarda cansızdan yaşam üretilmediği halde, yaşamın Dünya’da nasıl hızla başladığını açıklayabilir.

Wickramasinghe ile Hoyle haklıysa yaşam kozmik bir fenomen demektir. Gökadanın her yerinde bizimki gibi DNA bazlı yaşam bulabiliriz.

Daha uç bir fikir: Francis Crick - Leslie Orgel yaşamın Dünya’ya (ve gökadayı) uzaylılarca kasten “ekildiğini” öne sürdüler (1970’ler).

110. Güneş Sistemi'miz benzersiz mi?

Güneş Sistemi'nin yapısı düzenlidir. Gezegenler aynı yönde, yaklaşık aynı düzlemde döner. Bu muhtemelen sistemin başlangıcıyla ilgilidir.

Bu durum filozof Immanuel Kant (1724-1804) ile gökbilimci Pierre-Simon Laplace'ı (1749-1829) "bulutsu varsayımına" yönlendirdi.

Fikir: Gezegenler yeni doğmuş Güneş etrafında dönen yassı madde diskinden yoğunlaştı. Soru: Aynısı diğer yıldızların çevresinde de oldu mu?

Hollanda/ABD kızılötesi uydusu IRAS, muhtemelen çevredeki toz diskleri yüzünden fazla miktarda ısıya sahip (kızılötesi) yıldızlar buldu.

63 ışık yılı uzaktaki Beta Pictoris yıldızının diski sonradan yer teleskobuyla gözlemlendi. Disk toz parçacıkları/taşlar taşıyordu.

Hubble Uzay Teleskobu (1990'lar), Avcı bulutsunun yeni yıldızları etrafında ilkel gezegen diskleri belirledi. Diskler aslında çok yaygındı.

Tozlu ilkel gezegen disklerinin tespiti tam oluşmuş gezegenlerden kolaydır. Bunlar yıldız ışığını yayar ve kızılötesiyle (ısı) parıltırlar.

Çok genç yıldızların etrafındakiler gerçek ilkel gezegen diskleri; yaşlı olanlarınsıya büyük cisim çarpışmalarının enkaz diskleri olabilir.

Bazı diskler kesintilidir, ortası deliktir veya Satürn halkaları gibi boşluktur. Nedeni muhtemelen daha büyük cisimlerin kütleçekimidir.

Bilgisayar simülasyonlarına göre yassı, dönen bir diskteki gaz ve tozun birleşip büyük cisimlere ve nihayet gezegenlere dönüşmesi olasıdır.

Kısaca kanıtlar şu yönde: Güneş Sistemi'miz benzersiz değil ama diğer gezegen sistemleri bizimkinden daha az düzenli olabilir.

111. Dış gezegen nedir?

Güneş Sistemi'nin dışındaki gezegendir. Sistemimiz içindeki gezegenler Güneş etrafında; dış gezegenler ise başka yıldızların etrafında döner.

Güneş Sistemi'mizdeki gezegenlerin sayısı: 8. Bilinen ve doğrulanan dış gezegenler (2011 baharı itibarıyla): 500'ün üstünde.

Dış gezegenleri görmek zordur. Küçük, karanlık ve yıldızlarına yakındırlar. Yıldız ışığının çok küçük bir kısmını yansıtırlar.

Dolayısıyla, doğrudan tespit neredeyse imkânsızdır. Onun yerine birçok gezegen bağlı olduğu yıldız üstündeki dolaylı etkisinden belirlenir.

Yörüngede dönen gezegenin kütleçekimi yıldızı yalpalatır. Bunu gökte görmek zordur ama (astrometri) yıldız ışığında ölçmek oldukça kolaydır.

Yıldız sırayla bir bize doğru gelir, bir bizden uzaklaşır. Sonuç: Yıldız ışığının dalgaboyunda küçük bir periyodik kayma (Doppler etkisi).

Bu bize yörünge periyodunu, yörünge uzanımını ve (eğer yıldızın kütlesi biliniyorsa) gezegen kütlesinin alt sınırını verir.

Güneş benzeri bir yıldızın yörüngesindeki ilk dış gezegeni Michel Mayor öncülüğündeki İsviçreli ekip bu yolla 1995'de buldu: 51 Pegasi b.

Diğer yol: Yörüngeye kenardan bakarsak, gezegen düzenli olarak yıldızının önünden geçer. Bu "geçişlerde" yıldızın ışığı hafifçe azalır.

Yıldızın boyutu bilinirse, alt parlaklık limiti gezegenin boyutunu verir. Kütleyle birleştirilince (Doppler yöntemi) yoğunluk elde edilir.

Yan yörünge görebilmek için birçok yıldız izlemek gerekir. Bu, NASA, Kepler uzay teleskobuyla yapıldı. Bugüne dek 1200 üstü aday bulundu.

Arayış: Güneş benzeri yıldız etrafında, Dünya benzeri yörüngede, Dünya benzeri dış gezegen. Yaşam olabilir. Kepler birkaç yılda bulabilir.

112. Şimdiye dek bulunan en tuhaf gezegenler hangileri?

Bugüne dek bulunan gezegenlerin hemen hepsi o veya bu şekilde tuhaf sayılır. Dış gezegenler şaşırtıcı çeşitlilikte özellikler sergiler.

Bulunan ilk dış gezegenler (1992) bir pulsar (yıldız cesedi) yörüngesindeydi. Köken belirsiz. Pulsar X-ışınları nedeniyle yaşam olasılıksız.

Güneşimsi yıldız etrafında bulunan ilk gezegenler "sıcak Jüpiter"lerdi; kütle Jüpiter'den ağır, yıldıza Merkür'ün Güneş'e olduğundan yakın.

Sıcak Jüpiter'leri bulmak daha kolay: Sıkı yörünge içindeki büyük kütleli gezegenler yıldızı daha çok yalpalatır. Şimdi yüzlercesi bulundu.

En sıcak dış gezegen: WASP-12b, 2240 °C. Dev bir kuyruklu yıldız gibi zamanla buharlaşıyor olabilir. Buharlaşma HD 209458b'de de gözlemlendi.

En küçük yörünge: GJ 1214b (2,1m km). En kısa periyot: 55 Cancri e (17s 40d). Bazı gezegenlerin yörüngesi oldukça eğimli veya uzanımlıdır.

Pek çok yıldız sistemi iki veya daha fazla gezegen içerir. 55 Cancri'nin 5 gezegeni vardır; Gliese 581 ve Kepler-11'in ise altı gezegeni.

Kepler uzay teleskobu, aynı yörüngeyi paylaşan, biri diğerinin 60° gerisinde ilerleyen iki gezegenli aday bir sistem bile keşfetti.

Bazı kayalık gezegenler öyle sıcaktır ki yüzeyi eriyiktir. Bazıları ise tamamen okyanuslar ve sıcak, buharlı atmosferle kaplı olabilir.

CoRoT-7b ve Kepler-10b Dünya'dan biraz büyük ve ağır, kayalık gezegenlerdir. İkisi de yıldıza yakın yörüngede olduğundan, lav gezegenidir.

Gliese 581g daha büyüktür. Yörüngesi ise küçüktür ama yıldızı soğuk bir kırmızı cüce olduğu için yüzeyinde göller, denizler olabilir.

Teorisyenlere göre bazı dış gezegenler esasen karbon bileşiklerinden veya demir/nikelden oluşurken bazıları metal çekirdeksiz, kayaç olabilir.

Güneş dışı sistemler Güneş Sistemi'nden çok farklıdır. Okyanusu/yaşamı olan, Güneş benzeri yıldız etrafında Dünya gibi gezegen az olabilir.

113. Uzunl medeniyetlerle iletifim kurmamızın bir yolu var mı?

19. yüzyılda bilimciler geometrik biçimde ağaç ekerek veya Sahra'da büyük ateşler yakarak Marslılarla iletifim kurmayı önerdiler.

1959 *Nature* makalesi: Giuseppe Cocconi ile Philip Morrison yıldızlar arası iletifim için en iyi tercih 21 cm radyo dalgalarıdır, dedi.

Ertesi yıl Frank Drake Ozma Projesi'ni başlattı. Yapay radyo sinyallerini araştırmak için Epsilon Eridani - Tau Ceti yıldızlarına odaklandı.

1960'dan bu yana Dünya dışı akıllı yaşam araştırması, yani SETI'nin algılayıcıları giderek hassaslaştı ama hâlâ uzaylı sinyali alınmadı.

Ayrıca uzay araçlarıyla –*Pioneer* Plakası ve *Voyager* Yıldızlar Arası Kayıt– mesajlar gönderdik ve diğer yıldızlara radyo mesajları kodladık.

Radyo ve TV yayınları da Dünya'yı doğal bir "güçlü yapay radyo dalga yayımcısı"na dönüştürdü. Uzaylılar bunları da algılayabilir.

SETI@Home projesiyle araştırmaya siz de katılabilirsiniz. Gökbilimciler ayrıca görünür dalga boylarında da araştırma yaptılar (optik SETI).

Bildiğimiz anlamda iletifim mümkün olmayacak. En yakın yıldızla bile soru-cevap arasında 8 yıllık bir gecikme olacak.

Dil de ayrı bir konu. Matematikçiler yeterince çaba gösterirlerse uzaylılar için anlaşılır olabilecek "evrensel diller" geliştirdiler.

SETI'nin başarı şansı Dünya benzeri gezegenlerin sayısına; yaşam/zekâ sıklığına vb bağlı. "Drake denklemi"nin içerdiği faktörler bunlar.

(Paul Davies'in sözü) "Ürpertici sessizlik" belki uzaylı medeniyetlerin azlığının, hatta yokluğunun işaretidir. Belki biz bir anomaliyiz.

Ancak SETI bilimcileri yılmıyor; aramazsanız bulamazsınız diyorlar. Hem 50 yıl, kozmik göz için tek bir göz kırptan farksız.

114. Uzaqlılar tarafından hiç ziyaret edildik mi?

2001: *A Space Odyssey* filminde uzaylılar Ay'a insan ırkının hayatta kalıp uzaya adım atması halinde uyaracak bir "alarm" bırakıyorlardı.

Samanyolu'nun herhangi bir yerinde uzayda gezen uzaylılar varsa Güneş Sistemi'ni de ziyaret etmiş olmaları yönünde güçlü bir sav mevcut.

Savin nedeni, U of Chicago adlı boş kortta ilk nükleer reaktörü inşa eden (1942) İtalyan kökenli Amerikalı fizikçi Enrico Fermi.

Fermi, gökada "kendini çoğaltan araçlarla" araştırılabilir, dedi. Bir araç en yakın yıldızda gider, kaynakları kullanıp iki kopya üretir...

Bu tür uzay sondaları gökadayı bir virüs gibi "bulaşabilirdi". Samanyolu'ndaki tüm yıldızlara gitmek sadece on milyonlarca yıl alırdı.

Dolayısıyla, Samanyolu'nun tüm gezegen sistemlerine gitmek, gökadanın var olduğu 10 milyar yılın sadece %0,1'ini alırdı.

"Fermi Paradoksu": Samanyolu'nda uzaylılar varsa bize de gelmiş olmalı. O halde, Enrico'nun ölümsüz sözüyle, "Neredeler?"

Bazılarına göre uzaylı yok çünkü biz yükselen ilk medeniyetiz. Kozmik yalnızlığa, konuşacak kimseyi bulamamaya mahkûmuz.

Diğer olasılıklar: Katil uzaylılar bizim gibi uzaya yeni açılan medeniyetleri yok ediyorlar VEYA onlara uzak "yeni doğanlar" bölgesindeyiz.

Ancak kanıt yokluğu, yokluğun kanıtı olmak zorunda değil. Uzaylılar Dünya'yı ziyaret ettiyse hava/coğrafi şartlar kanıtları silmiş olabilir.

2001'deki "monolit" gibi bir uzaylı kalıntısı bulmak için en olası yer, kanıtı çağlarca koruyabilecek "Ay" gibi ölü dünyalardır.

En dış gezegen yörüngesi içinde 200 milyar kere milyar kere milyar m³ uzay alanı var. Henüz uzaylılar gelmedi, diyecek araştırmayı yapmadık.

Gökbilimin Tarihi

115. İlk gökbilimciler kimlerdir?

Gökbilim en eski bilimdir. Ya da gökbilimciler öyle der. İlk gökbilimciler; tarih öncesi insanlar, Güneş, Ay ve yıldızları merak ettiler.

Güneş'in günlük hareketleri saat işi görüyordu. Ay'ın aylık evreleri/ mevsimlerin yıllık ritmi takvim sunuyordu. Yıldızlarla yön bulunuyordu.

Kazınmış hayvan kemiği (Fransa, MÖ 30.000) ilk Ay takvimi; Lascaux'daki mağara resimleri (MÖ 15.300) takımyıldız betimlemesi olabilir.

MÖ 3100-1600'de yapılan Stonehenge mevsimleri izleme amaçlı ilkel bir gözlemeviydi. Yaz gündönümünde Güneş hâlâ Heel Taşı üstünden yükselir.

Gök cisimleri her kültürde tanrılarla özdeşleştirilmişti. İlahi planları öğrenmenin tek yolu onların hareketlerini öğrenmekmiş gibiydi.

Sonuç: Astroloji, yani yerdeki olayların gökteki olaylarca yönetildiği yönündeki batıl inanç. Pek çok insan bunun doğruluğuna hâlâ inanır.

Güneş/Ay tutulmaları, gezegen kavuşumları, meteor yağmurları veya kuyrukluyıldız görülmesi genelde savaş veya kıtlık alameti sayılıyordu.

Gök cisimleri tüm kültürlerin yaratılış mitinde de rol oynuyordu. Gökbilim binlerce yıl boyu din ile yakından ilişkilendirildi.

İlk gökbilimcilerin ortak bir görüşü vardı: Dünya evrenin merkezidir. Dışarı çık, yukarı bak, nedenini anlarsın.

116. Eski medeniyetler evren hakkında neler biliyordu?

Az şey: Optik yardım almadan veya mevcut bilginiz olmadan merakla etrafa bakındığınızda ne bilerseniz, o kadarını biliyorlardı.

Mısır inancı: Dünya düz. Gök tanrıçası Nut, yer tanrısı Geb'in üstüne eğilir. Güneş tanrısı Ra her gün kayıkla Nut'un bedeni üstünden geçer.

Parlak yıldız Sirius tanrıça İsis'le ilişkilendirildi. Tarım için önemli: Haziran'da ilk sabah göğünde görünür, Nil'in taşacağını duyururdu.

Piramitler K, D, G ve B yönüne bakar ama gözlemsel amacı yoktur. Yer planının Avcı'yla ilişkili olduğuna dair popüler görüş hatalı olabilir.

Babilliler hem dini amaçla hem de gece göğü gözlemlemek için tapınak kuleleri (zigguratlar) diktiler. Çivi yazısıyla kayıtlar bıraktılar.

En eski kayıtlar: (MÖ 2000'den önce) Ay tutulması ve (İştar denen) sabah ve akşam yıldızı olarak görülen Venüs'ün 21 yıllık gözlemi.

Yüzyıllar içinde gezegen hareketleri ve tutulma gibi gök olaylarının döngüselliği keşfedildi. Böylece bunlar önceden tahmin edilebildi.

Babilliler bize ayrıca günü 24 saate, daireyi 360 dereceye ve zodyakı 12 takımyıldıza ayırmayı da miras bıraktılar.

Çin ve Kore'de saray astrologları gök olaylarını kaydetti. Kuyruklu yıldız ve "misafir yıldızlara" (süpernova) dair birçok kayıt mevcuttur.

Bu kültürlerin hiçbiri gök hareketlerinin ardındaki mekanizmayı anlamaya çalışmadı. Gök cisimleri ruhani/ilahi olarak görülüyordu.

118. Yunan fikirleri Karanlık Çağ'dan nasıl sağ çıktı?

Batlamyus'un Güneş, Ay ve gezegenlerin merkezdeki Dünya etrafında döndüğü yer merkezli evren görüşü 1400 yıl hâkimiyet sürdü.

Bu sürenin çoğunda Avrupa entelektüel Karanlık Çağ'ı yaşıyordu. Ama Yunan mirası Arap gökbilimciler tarafından yaşatıldı (ve geliştirildi).

İslami Altın Çağ (sanat ve ilmin daha çok Müslüman saraylarında gelişmesi) 8. yy'dan Moğolların Bağdat'ı yerle bir ettiği 1258'e dek sürdü.

Halife Harun Reşid (763-809) Yunanca metinleri Arapçaya tercüme ettirdi. Batlamyus'un kitabı *Almagest* (en Yüce) diye bilinegeldi.

Yıldızların da pek çoğu Arapçadır: Aldebaran (takipçi), Betelgeuse (ortadakinin koltukaltı), Deneb (tavuk kuyruğu), Altair (uçan kartal).

Persli gökbilimci Abdurrahman el-Sufi (903-86) *Sabit Yıldızlar Kitabı*'nı yayımladı, Andromeda gökadasını/Büyük Macellan Bulutu'nu keşfetti.

Ebu Reyhan el-Biruni (973-1048): Büyük gözlemci. Aygıtlar icat etti, astrolojiyi reddetti, hatta Dünya'nın Güneş etrafında döndüğünü önerdi.

Ebu İshak İbrahim el-Zerkali, Magribi Toledo, İspanya'da yaşadı. Güneş, Ay ve gezegenlerin konumlarını hesaplamak için tabletler derledi.

Toledo kütüphanesindeki Batlamyus'un *Almagest*'i de dâhil Arapça kitaplar 1175 civarında Cremona'lı Gerard tarafından Latinceye çevrildi.

Böylece gökbilim, matematik ve tıp üstüne eski Arap, Yunan ve Yahudi metinleri ilk kez 12. yy'da Avrupalı âlimlerin erişimine geçti.

Bu arada Arap gökbilimi yaşamayı sürdürdü. Uluğ Bey (1394-1449) Semerkant'ta gözlemevi inşa ettirdi, çıplak gözle hatasız ölçümler yaptı.

119. Maya takvimi neden 2012'de biter?

Öncelikle: Paniğe kapılmayın. Dünya 21 Aralık, 2012'de sona ermeyecek. Gezegen çarpışması, seller ve Güneş fırtınaları da olmayacak.

Evet, doğru: Eski Maya takvimi 13 baktun'luk (her 144.000 yıl) büyük döngünün o tarihte biteceğini söyler. "Dördüncü Dünya"nın sonudur bu.

Eski Maya inancına göre bundan önce üç dünya daha benzeri şekilde sonlandı. Ama bugünkü Mayalar (Guatemala) buna pek kulak asmıyor.

Maya kültürü MS ~900'de zirveye ulaştı, 16. yy İspanyol Fethi'ne dek sürdü. Karmaşık sayı sistemleri, hiyeroglif benzeri yazıları vardı.

"Karanlık takımyıldızları" (Samanyolu toz bulutları) biliyorlardı: Akbaba, Jaguar, Yavru Lama. Tapınaklar belki aynı zamanda gözlemeviydi.

Yengeç Dönencesi'nin güneyinde yaşıyorlardı; Güneş yılda iki kez zenitten geçiyordu. Önemli takvim tarihleri; Pleiades'in ilk görünüşü gibi.

Mayaların 584 gün ve 8 yıllık döngüleriyle parlak Venüs gezegenine de büyük ilgisi vardı. Ama gökbilim bilgileri çok azdı.

Tzolkin ve Haab dışında (dini ve medeni takvim) tarihi amaçlar için Uzun Sayım takvimini kullanıyorlardı. 5. yy'da tasarlanmıştı.

Uzun Sayım: 1 baktun = 20 katun, 1 katun = 20 tun, 1 tun = 18 uinal (360 gün), 1 uinal = 20 kin, 1 kin = 1 gün. Yani 1 baktun = 144.000 gün.

Şimdiki 13 baktunluk büyük döngü (~5125 yıl) MÖ 11 Ağustos, 3114'te başladı ve 21 Aralık, 2012'de bitecek. Yeni büyük döngünün başlangıcı.

Ancak evrenin dünyadaki belli bir kültürün takvim sistemine riayet etmesi için bir neden yok. 22 Aralık, 2012 sıradan bir Cumartesi.

120. Güneş merkezli evren fikrini kim ortaya attı?

Nicolaus Copernicus'un (1473-1543) heliosentrik (Güneş merkezli) dünya görüşünün yayımı gökbilimde çığır açtı. Batlamyus geçersiz kılındı.

Ama Copernicus ilk değildi. Aristarchus ve el-Biruni de bu fikre kafa yormuştu. Copernicus şüphesiz Aristarchus'un çalışmasını biliyordu.

Niklaus Koppernigk (Polonya dilinde adı) Torun'da doğdu. Babası 10 yaşındayken öldü. Amcası Piskopos Lucas von Watzendorf onu büyüttü.

Copernicus Krakow (Polonya), Bolonya ve Padua (ikisi İtalya'da) üniversitelerinde gökbilim, teoloji, kilise hukuku ve tıp eğitimi aldı.

Polonya'ya döndükten sonra Frombork Katedrali'nde görev yaptı. Güneş merkezli evren fikirleri üstüne çalışacak vakti oldu.

1530'da kitabı *De Revolutionibus Orbium Coelestium'u* ("Gök Kürelerin Devinimi Üstüne") tamamladı.

Copernicus 66 yaşındayken (1539) 25 yaşındaki öğrencisi Georg Joachim von Lauchen (Rheticus) onu eseri yayımlamaya yöneltti ve matbaa buldu.

Kitap 1543'de Nuremberg'de yayımlandı. Efsaneye göre Copernicus ilk kopyayı 24 Mayıs'ta, öldüğü gün gördü.

Copernicus'un dünya görüşü: Merkür, Venüs, Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn Güneş'in etrafında döner. Satürn ötesi: Sabit yıldızlar küresi.

İlginçtir ki Copernicus da Batlamyus gibi onlarca ikincil çember kullandı çünkü Yunanlıların kusursuz, dairesel yörünge fikrine takılmıştı.

Copernicus'un Frombork Katedrali'ndeki mezarı 2005'te bulundu, 2008'de duyuruldu. 22 Mayıs, 2010'da ona ikinci bir cenaze töreni yapıldı.

121. Astronomi ne zaman gerçek bilime dönüştü?

Avrupalılar Copernicus'un Güneş merkezli dünya görüşüne kucak açtılar ama Mars gibi bazı gezegenlerin hareketlerini açıklamakta zorlandılar.

Johann Kepler (1571-1630) hocası Tycho Brahe'nin gözlemlerini kullanarak sorunu çözdü (1609): Gezegen yörüngeleri dairesel değil, eliptikti.

Teleskopik gök görünümünü ilk yayımlayan Galileo idi (1564-1642). Venüs/Jüpiter uydularının evreleri heliosentrik teoriyi destekliyordu.

Isaac Newton 1687'de kendi evrensel kütleçekim yasasını açıklayan *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*'yı yayımladı.

Özet: Yere düşen elmayla yörüngede dönen gezegenlere aynı yasalar hükmeder. Newton Kepler'in gezegen hareketi yasalarına fiziki temel sundu.

18. yy keşifleri: Kuyrukluysıldızlarda periyot, yıldızların gökte "usturuplu" hareketi, yıldızlarda yerin hareketine bağlı kayma (sapma).

Büyük teleskoplar daha çok yıldız/bulutsuyu ortaya çıkardı. 13 Mart, 1781'de William Herschel (1738-1822) yeni gezegen Uranus'ü keşfetti.

İlk asteroit: 1801. Yıldız uzaklıkları: 1838. Sarmal bulutsular: 1845. Neptün: 23 Eylül, 1846. İlk Güneş patlaması: 1859. Keşifler çağı.

Yeni araçlar: Fotoğrafçılık ve spektroskop (yıldız ışığının analizi). Yıldızların fiziksel özellikleri ilmi "Astrofiziğin" yolunu döşedi.

Sarmal bulutsuların (galaksiler) gerçek yapısı, evrenin genişlemesi, Güneş ile yıldızların enerji kaynağı 1920 ile 1940 arasında keşfedildi.

Bugünkü görüş: İnsan çok büyük, parçaları bağlantılı bir evrenin parçasıdır. Yıldızdan yapıldık; geçmiş kozmik evrim olmasa burada olmazdık.

Teleskop

122. Teleskobu kim icat etti?

Kesin olarak bilen yok. İlk teleskoplar 16. yy sonlarından, hatta belki daha öncesinden itibaren ortaya çıktı. Ancak çok basitlerdi.

Teleskop sözü ("uzak görme borusu") ilk kez Hollandalı gözlük yapımcısı Hans Lipperhey'a ait 25 Eylül, 1608 tarihli patentte yer alır.

~1570'de Almanya, Wesel'de doğan Lipperhey, cam endüstrisiyle ünlü Hollanda liman kasabası Middelburg'da yaşadı/çalıştı. İş için uygundu.

Lipperhey 2 Ekim, 1608'de Lahey'de Prens Maurits ve Hollanda Adalet Bakanı'na aygıtının tanıtımını yaptı. Prens heyecanlanmıştı.

Nedeni: Hollanda Cumhuriyeti - İspanya İmparatorluğu savaşı. Kule teleskobuyla uzak düşman birlikleri görülebilirdi. Denizde de yararlıydı.

Ancak aynı icat iddiasında başkaları da vardı: Zacharias Janssen (yine Middelburg'lu bir gözlükçü) ve Alkmaar'lı bilimci Jacob Metius.

Sonuç: Hiçbir zaman patent verilemedi. Fakat Lipperhey'in tanıtımı sayesinde buluşun haberi hızla Avrupa'ya yayıldı.

1609 yazında İngiliz gökbilimci Thomas Harriot Ay'ın ilk teleskopik çizimlerini yaptı. Yayımlanmadı; ancak 20. yy'da keşfedildi.

Kısa süre sonra İtalyan fizikçi/gökbilimci Galileo Galilei Hollandalıların buluşunu duydu. Hemen çok daha iyi teleskoplar yaptı.

Galileo Ay dağlarını, Güneş lekelerini, Jüpiter uydularını, Venüs evrelerini, Satürn "kulaklarını" (halka olduğu anlaşıldı) vb keşfetti.

Galileo'nun keşiflerini içeren *Sidereus Nuncius*'un ("Yıldızların Habercisi", Mart 1610) basımı, modern teleskopik gökbilimin doğumu sayılır.

Akabinde teleskop, özellikle Johannes Kepler (Almanya) ve Christiaan Huygens (Hollanda) tarafından çok geliştirildi. Yeni keşifler yapıldı.

123. Teleskop nasıl çalışır?

Teleskop yıldız ışığını odaklar. Göz merceği de aynı şeyi yapar ama teleskop daha çok ışık topladığından, görüntü daha parlak/ayrıntılıdır.

İlk teleskoplarda ışığı odaklamada içbükey mercek kullanıldı. Işık camla büküldüğü, "kırıldığı" için bunlara kırılmalı teleskop denir.

Bir örnek: Büyüteç. Mercek Güneş ışığını yoğunlaştırır. Odaklandığında yoğunluk kâğıdı veya ayakkabı bağını tutuşturacak kadar yüksektir.

Aslında mercek "odak düzleminde" Güneş'in (veya başka ışık kaynağının) küçük bir imgesini yaratır. Büyüteç ve masa lambasıyla deneyin.

Teleskop merceği de odak düzleminde gözlenen cismin imgesini yaratır. İmgeyi ayrıntılı görmek için büyüteç (göz merceği) kullanmak gerekir.

Kırılmalının iki ana ögesi: Işığı odaklamak için objektif mercek ve imgeyi gözlemek için göz merceği (oküler). Genelde tüpün iki ucunda.

Kırılmalının dezavantajı: Odaklama, farklı renklerde biraz farklıdır, bu yüzden yıldızların etrafı renkle çevrili görünür (kromatik sapınç).

Isaac Newton 1668'de yansımali teleskobu icat etti. Işık odaklayıcı objektif olarak mercek yerine içbükey ayna kullandı, renk hatası kalktı.

Teleskop aynası tıraş aynası gibi bükümlüdür. O da odak düzleminde ışık imgesi yaratır. Banyo lambasını inceleyebilirsiniz.

Aynanın diğer avantajları: 1) Sadece tek bir düz yüzey gerektirir. 2) Arkadan desteklenebildiği için bel vermeden daha büyük üretilir.

Bu yüzden tüm büyük teleskoplar yansımali. 102 cm mercekli en büyük yansımali, Chicago yakınındaki Yerkes Gözlemevi'nde (1897) yapıldı.

Evren Tweetlendi

Rahat bir görüş için ek olarak küçük düz aynalar da kullanılabilir ama ana teleskop ilkesi daima Objektif + göz merceğidir (ya da kamera).

Sabit duruş için teleskop monte edilmeli ve ideal olarak, Dünya dönerken gökte yeri değişen yıldızı takip edebilmelidir.

Ekvatoryal montaj: Takip kolay ama hantal. Alt-azimuth montaj: Kompakt ama aynı anda iki eksen etrafını takip için bilgisayar denetimi şart.

124. Teleskobun neden daha büyük olması daima daha iyidir?

Erkeksi bir benimki seninkinden büyük hasedinden değil. Daha büyük (mercek/ayna) teleskopla daha çok ayrıntı ve daha sönük cisimler görülür.

Işığın içinden geçip göze girdiği gözbebeği çok ufaktır (maks. 5 mm). Bir yıldız retinayı tetikleyecek ışığı sağlamak için parlak olmalıdır.

Gözbebeği çok daha büyük olsa göz daha fazla yıldız ışığı toplar, çok daha sönük yıldızları görürdü. Teleskop daha büyük bir gözbebeğidir.

Yağmurda bırakılmış boş bir şarap şişesi düşünün. Dolması çok uzun zaman alır. Oysa tepesine bir huni koyarsanız çabucak dolar.

Büyük mercekle veya ayna, huni gibi daha çok yıldız ışığı topladığından büyük teleskoplar daha sönük veya çok daha uzak cisimleri görebilir.

Büyük teleskoplar daha ince ayrıntı da görür (daha iyi uzamsal çözünürlük). Örneğin, teleskopla bakınca tekli bir yıldız ikili çıkabilir.

Ay/Mars yüzey ayrıntıları/uzak gökada yapısı (sarmal kollar, gaz bulutları, yıldız kümeleri) görülebilir. Daha çok ayrıntı hep daha iyidir.

Aslında büyütme gücü o kadar önemli değildir. Bir cismin retinaya ne büyüklükte yansıyacağını söyler, ne kadar ayrıntı görüleceğini değil.

Yani teleskop sahibi birini etkilemek istiyorsanız "Büyütme gücü nedir?" değil, "Apertür genişliği nedir?" (mercek/ayna ebadı) diye sorun.

Bu arada, teleskobun görebileceği ayrıntıyı atmosfer türbülansı belirler. Bu yüzden aynanın ışık toplama alanı daima daha önemlidir.

10-m Keck Teleskobu (Hawaii) Galileo'nun ilk teleskobundan ~650x büyüktür. 650x fazla ayrıntı ve 400.000 kat sönük yıldızları görür.

125. Gökbilimciler yıldız kırışmasını nasıl giderir?

Yıldızları görebilmek için gece bulutsuz gök gerekir. Ama berrak gökyüzü de yeterli olmaz. Dünya'nın çalkantılı atmosferi de görüşü etkiler.

Yıldız ışığı hareketli ve sıcaklığı farklı hava baloncuklarının içinden geçer (atmosferik türbülans). Baloncuklar mercekle gibi ışığı kırar.

Sonuç: Yıldızlar titreşir, kırışır, ıslırlar, hatta renk değıştirtiyor gibi görünür. Romantik âşıkler için güzel, gökbilimciler içinse feci.

Teleskobunuz ne kadar büyük olursa olsun, atmosferik türbülans, çözünürlüğü en iyi 1 yay-saniyeyle sınırlar: 1 km'lik mesafede 5 mm'ye denk.

Şaşırtıcı: Mütevazı bir amatör teleskobun çözünürlüğü 10-m Keck Teleskobu'yla aynıdır. Tabii Keck'in ışık toplama gücü çok daha fazladır.

Gökbilimciler ışık kırışmasını telafi için "uyarlanabilir optik" kullanır: Türbülans etkilerini anbean ölçer, teleskop görüntüsünü düzeltir.

Dalga cephesi sensörü saniyede 100 kez ışığın türbülansından nasıl etkilendiğini ölçer. Hızlı bilgisayar gerekli düzeltmeleri hesaplar.

Küçük "kauçuğun" (odağa yakın ayna) yüzeyi (akıma tepki olarak esneyen) piezoelektrik kristaller kullanarak esnetilir.

Kauçuk ayna atmosfer kaynaklı görüntü bozulmalarını en hatasız telafiye uygun şekilde hareket ettirilir. Atmosferi hareket ettirir gibi!

Uyarlanabilir optik (UO) kullanımıyla büyük teleskoplardan kartal gözü gibi görüntü elde edilir. Bugün hemen her büyük teleskopta UO vardır.

Bazen atmosferik türbülans bilgisi elde etmek için sodyum lazer kullanılarak yüksek irtifada yapay "kılavuz yıldız" yaratılır.

UO başta ABD ordusunca geliştirilmişti: Casus uyduların da türbülanslı atmosferin içinden bakmaları gerekir; yukarı değilse de aşağı doğru.

126. Gökbilimciler neden teleskopları birleştirir?

Daha büyük teleskoplar daha keskin evren görüntüsü sağlar. Ama daha küçük iki/daha çok teleskobun birleştirilmesiyle de aynı sonuç alınır.

Bu tekniğe interferometri denir. İşin hilesi, dedektörü 2 teleskobun aynalarının, tek bir büyük aynanın parçaları olduğuna inandırmaktır.

Bunu anlamak için 100 m çaplı bir ayna hayal edin. Muazzam bir ışık toplama gücü ve olağanüstü yüksek çözünürlüğü olurdu.

Aynayı kara beneklerle boyamak, ışık toplama gücünü düşürür ama çözünürlüğü düşürmez; 100 m ötede hâlâ çalışan parçalar olduğu sürece.

Sonra karşılıklı iki uçta 10 m'lik 2 dairesel bölüm hariç tüm aynayı siyaha boyayın. Alınacak görüntüler soluk ama hâlâ çok keskin olacaktır.

Siyahlıkları atın. Geriye 100 m aralıklı, 10 m'lik 2 teleskop kaldı. Birleştirilince hayali dev teleskop kadar keskin görüntüleri olacaktır.

Hile ancak odadaki dedektör ışığı iki teleskoptan da "eş evreli" alırsa işe yarar; ışık dalgalarının tepe/dip noktasının örtüşmesi gerekir.

Yani iki yer teleskobuna yıldız ışığının daima eş evreli varması için nanometre duyarlıklı, yüksek teknoloji "gecikme hatları" gerekir.

Daha uzun dalga boyları (radyo dalgası) için çok daha az duyarlık gerekir. New Mexico'daki Very Large Array radyo interferometre örneğidir.

Bugün interferometri büyük optik/kızılötesi teleskoplarda da işler. Keck İnterferometresi, arası 85 m, 10 m'lik 2 eş teleskobu birleştirir.

European Very Large Telescope'un (Şili) 8,2 m'lik 4 eş teleskobu birleştirilerek 120 m'lik bir teleskobun kavrama gücüne erişilebilir.

127. En büyük yer teleskopları hangileridir?

2011 itibarıyla apertürü 8 m ve üstünde olan on dört adet optik yer teleskobu mevcuttur. Bunların altısı güney yarımkürededir.

En büyükleri İspanyol adası La Palma'daki Gran Telescopio Canarias'dır (GTC). 10,4 m'lik aynası 36 altıgen segmentten oluşur.

GTC'nin tasarımı, idaresi iki California kuruluşu ve NASA'ya ait, Hawaii, Mauna Kea'daki ikiz 10 m'lik teleskopları örnek alır.

4200 metre yüksekliğindeki Mauna Kea'da ayrıca 8,3 m'lik Japon Subaru ("Pleiades") ile 8,1 m'lik uluslararası Gemini North teleskobu vardır.

İsminden anlaşılacağı gibi Gemini'in* ikizi vardır: Gemini South (Kuzey Şili, Cerro Pachón). Subaru/Gemini monolitik aynalıdır (tek parça).

Pachón'un birkaç yüz kilometre kuzeyi, European Southern Observatory's Very Large Telescope'un (VLT) yuvası Cerro Paranal'dır (2635 m).

VLT 8,2 m'lik dört eş teleskoptan oluşur: Antu, Kueyen, Melipal ve Yepun (Mapuçe dilinde Güneş, Ay, Güney Haçı ve Sirius –Akyıldız–).

Arizona, Graham dağında Large Binocular Telescope yer alır: Aynı dağ üstünde interferometre olarak işleyen 8,4 m'lik iki aynadır.

Geriye kalan iki dev teleskop Hobby-Eberly Telescope (Teksas, Fowlkes Dağı) ve Southern African Large Telescope'udur (Güney Afrika).

Her ikisinin de 11 m'lik segmentli aynaları vardır ama yapılan itibarıyla en çok 9-10 m kullanılabilir. Gökyüzü görüşleri de sınırlıdır.

Büyük teleskoplarda uzak dağ tepelerini kullanmak önemlidir: Gök daha berrak, kuru, karanlık (az ışık kirliliği) ve sakindir (az türbülans).

* Ç.N: İngilizce'de ikizler burcu anlamına gelir

128. Hubble Uzay Teleskobu'nun yerine ne zaman başkası gönderilecek?

Alçak Dünya yörüngesinde bulunan Hubble Uzay Teleskobu ismini Amerikalı evren bilimci Edwin Hubble'dan alır. Nisan 1990'da fırlatıldı.

Neden uzay? 1) Gök 24/7 karanlıktır. 2) Atmosfersiz türbülans da olmaz. 3) Atmosfer üstünde, genelde emilen, UV/kızılötesi incelenebilir.

Dezavantajı: Aşırı pahalıdır; bakım ve tamiri zordur; fırlatma kısıtları yüzünden oldukça küçüktür (ayna eni sadece 2,4 m).

Hubble'a servis astronotlarınca beş kez servis yapıldı. Kırk parçalar düzeltilip tamir edildi, daha hassas kameralar yerleştirildi.

Sonuçta Hubble bugün 20 yıl öncesine kıyasla çok daha güçlü. Gökbilimde devrim yarattı denebilir. Muhteşem de fotoğraflar gönderdi.

Ancak Mayıs 2009 servis seferi sonuncuydu. Hubble 10 yıl kadar daha yaşayabilir ama önemli bir sorun çıkarsa artık kullanım dışı kalacak.

Bu arada, Hubble asla sağlam olarak yere indirilmeyecek. Devre dışı kalırsa atmosfere kontrollü giriş yapacak ve okyanusa düşecek.

Hubble'ın ardılı James Webb Uzay Teleskobu NASA tarafından inşa ediliyor. Proje yıllarca gecikti ve bütçeyi fazlasıyla aştı.

Webb'in çok daha büyük, 6,5 m'lik, segmentli aynası var. Hassas ayna/ekipmanı koruyacak büyük bir Güneş siperliğiyle uzaya gönderilecek.

Webb Dünya yörüngesinde dönmeyecek. Onun yerine uzayda Dünya'dan 1,5 milyon km uzakta bir noktaya, Güneş'e zıt yönde yerleştirilecek.

Nedeni: Webb kızılötesini (ısı) inceleyeceği için sıcak Dünya'dan çok uzak olmalı. Avrupa Ariane'dan 2018'de fırlatılması planlanıyor.

129. Geleceğin teleskopları nasıl olacak?

Şimdikilerden pek farklı olmayacak. Sadece daha büyük olacak. Çok çok daha büyük. En azından çizim tahtasında öyle görünüyor.

Döner fırınla 8,4 metreye kadar tek parçalı dev teleskop aynası üretilebilir. Apertürü büyütmek için çeşitli numaralara ihtiyaç var.

Numaralardan biri kullanılarak –tek montajda çoklu ayna– Şili, Cerro Las Campanas’da Giant Magellan Telescope (GMT) inşa edilecek.

GMT 8,4 m’lik yedi aynadan oluşacak: Altı ayna ortadaki yedincinin etrafına dizilecek. Birlikte 24,5 m’lik teleskop gücüne erişecekler.

Yapımı planlanan iki teleskobun aynaları Keck gibi segmentli olacak ama Keck’in 36 segmenti varken, bu devlerin yüzlerce segmenti olacak.

Thirty Meter Telescope (TMT) ABD ve Kanada öncülüğünde uluslararası bir proje. Planlanan lokasyonu Hawaii, Mauna Kea, Keck yakını.

ESO (Avrupa Güney Gözlemevi) daha da büyük bir teleskop planlıyor: 39,2 m. Kuzey Şili, Paranal’e yakın Cerro Armazones.

ESO’nun hâlihazırda Very Large Telescope*’u olduğundan buna (European) Extremely Large Telescope** adı verilecek. Yaşasın üstünlük sıfatları!

39,2 m enindeki E-ELT aynası Thirthy Meter Telescope’tan %70 fazla bir yüzey alanına (ve duyarlığa) sahip olacak.

Geleceğin tüm bu dev teleskoplarının 2018 ila 2022 arasında tamamlanması planlanıyor. Tabii eğer onaylanır ve tam fon desteği olursa.

ESO uzak gelecekte 100 m’lik devasa bir teleskop inşa edebilir. Evet, ismini de buldular: Overwhelmingly Large Telescope***.

* Çok Büyük Teleskop.

** Muazzam Büyük Teleskop.

*** Akıl Almaz Derecede Büyük Teleskop.

130. Nötrino “teleskobu” nasıl çalışır?

Nötrino: Güneş ışığı üreten nükleer tepkimelerin atomaltı parçacıkları. Saniyede 100 milyon kere milyon nötrino parmağınızın içinden geçer.

Nötrinoların belirgin özelliği: Antisozyalite. Normal madde atomlarıncı durdurulamazlar. Yine de –çok nadiren– etkileşime girerler.

Nötrino tespitinin hilesi: Yollarının üstüne bol miktarda atom koyun. Bir-iki tanesinin durdurulması olasılığı artar.

Japon Alplerinin derinliklerindeki Super-Kamiokande gibi nötrino “teleskopları”, içi su dolu 10 katlı konserve kutusu gibidir.

Nötrinolar nadiren su molekülündeki protonla etkileşime girer. Sudaki bu atomaltı şarapneli süpersonik patlamanın ışıklı muadilini yaratır.

“Cerenkov ışığı” (nükleer “göletlerde” görülen mavi ışığın aynısı) devasa konservenin içinde dizili ışık dedektörlerince algılanır.

Nötrino teleskoplarının, nötrino imzasını taklit eden kozmik ışın “muonlarından” korunmaları için yeraltı derinliklerinde olmaları gerekir.

Super-Kamiokande geceleyin, 13.000 km’lik kayanın arasından yukarı değil, aşağı bakarak, Dünya’nın öte tarafındaki Güneş’i “fotoğrafladı”.

Japonya ve ABD’deki nötrino deneylerinde Süpernova 1987A’dan nötrinolar tespit edildi: Güneş Sistemi ötesinden tespit edilen ilk nötrinolar.

3 tip ya da “tat” nötrino vardır. Kanada, Sudbury Nötrino Gözlemevi Güneş’ten gelen nötrinoların tipler arasında geçiş yaptığını doğruladı.

Evren Tweetlendi

Nötrino “salınımları” Ray Davis’in öncü “temizleyici sıvı” dedektörünün bulduğu şaşırtıcı eksikliğe açıklık getirdi. Davis Nobel Ödülü aldı.

En yeni ve hassas nötrino teleskobu: IceCube. 1 km³’lük Antarktik buz dedektör olarak kullanılır. 2011 başında tamamlandı.

Nötrino teleskopları büyük heyecan konusu. Görünür evrenin neye benzediğini bilsek de nötrino evreninin görünümü hakkında hiç fikrimiz yok.

Evreni Görmek

131. Işıık nedir?

Isaac Newton ışığın düz hatlar üstünde ilerleyen küçücük parçacıklardan meydana geldiğini düşünüyordu. Teoriyi 1704'de *Opticks*'de açıkladı.

Christiaan Huygens (1629-95) buna katılmıyordu. Işığın ses gibi bir dalga olduğuna inanıyordu. Teoriyi 1690'da, *Işık Üstüne Tez*'de açıkladı.

Thomas Young (Londra, 1801) iki ışık demetinin birbirini güçlendireceğini veya iptal edeceğini gösterdi (interferans*). Tipik dalga özelliğı.

19. yy'da Michael Faraday ve James Clerk Maxwell ışığın "elektromanyetik" bir dalga olduğunu, uzayı 300.000 km/sn hızla aştığını keşfettiler.

Albert Einstein ve Robert Millikan belirgin dalga özelliğine rağmen ışığın enerji paketleri kuantalardan (foton) oluştuğunu gösterdiler.

Kuantum fiziğinde ışık hem parçacık hem de dalga özelliğindedir. Fotonun enerjisi, dalgaboyuyla ilgilidir; fotonlar interferans sergiler.

Görünür ışığın dalgaboyu 380 nanometre (mor, yüksek enerji) - 780 nm (kırmızı, düşük enerji) arasında değişir. Güneş ışığı her rengi içerir.

Beyaz Güneş ışığı su damlacıkları (gökkuşağı) içinde kırılarak veya prizmayla renklerine (tayf) ayrışabilir.

Seyreltilmiş akkor gaz belli dalgaboylarında yayım yapar. Sodyum lambası: turuncu ışıltı. Sıcak hidrojenli kozmik bulutlar: Pembemsi ışıltı.

Güneş atmosferindeki gazlar belli dalgaboylarını soğurur. Sonuçta tayfta beliren koyu Fraunhofer çizgileri, bileşime dair bilgiler içerir.

* Girişim.

Evreni Görmek

İşığın kutuplaşması manyetik alanlar hakkında bilgi verir. Tayf çizgilerinde kırmızıya –veya maviye– kayma, harekete dair bilgiler verir.

İşığın enerji dağılımı (daha mavi/daha kırmızı) ışığı yayan cismin sıcaklığına dair bilgi verir. Kısacası ışığ çok zengin bilgiler içerir.

Görünür ışığ tam-elektromanyetik tayfın sadece k    k bir kısmıdır. Gökbilimciler diğer ışığınım türlerini incelemek için aygıtlar kullanır.

132. Işık hızı nedir ve neden önemlidir?

Işık hızı (c) evrendeki sonsuz hız rolünü oynar. Sonsuzluğa nasıl erişilmezse, ışık hızı da maddesel cisimler için erişilmez niteliktedir.

C'ye niye erişilmez? Enerjinin kütlesi vardır. Cismi daha hızlı itince hareket enerjisi & kütle artar. C'ye yaklaşıırken kütle sonsuza çıkar.

Bir cisim sonsuz hızla ilerliyorsa, ona kıyasla hızınız önemsiz miktardadır. Hızınız ne olursa olsun, o cisim size sonsuz hızlı görünür.

Benzeri biçimde, ışık kaynağına kıyasla ne kadar hızlı gidiyor olursanız olun, ışık hızının ölçümü daima aynıdır.

Biri size ışığın yarı hızıyla yaklaşırsa ve gözünüze bir meşale tutsa bile, ışık size $1,5 c$ ile değil, c ile gelir.

Işık hızının ölçümü (mesafe/zaman) herkes için aynı olduğuna göre, herkesin mesafe (uzay) ve zaman tahmini de bu mantığa göre değişmelidir.

Yanınızdan geçen in uzay ve zaman aralıklarının değışir gibi görünme biçimi, tamamen onun size kıyasla ne kadar hızlı olduğuy la ilgilidir.

“Hareket eden saat yavaşlar, hareket eden cetvel kısalır”. Yanınızdan geçen kişi ağır çekimle ilerler ve hareket yönünde giderek küçölür.

Ama “zaman genişlemesi” ve “Lorentz daralması” ancak biri size kıyasla ışık hızının anlamlı bir ölçüsünde ilerliyorsa fark edilebilir.

Işık hızı, yolcu jetinden milyon kat hızlı (300.000 km/sn) olduğundan, “özel göreliliğin” etkileri gündelik yaşamda ayırt edilemez.

Ama ışık hızına yakın hızla yıldızlara doğru yola çıkılırsa zaman o kadar yavaş akar ki, dönüşte Dünya’da milyonlarca yıl geçmiş olabilir.

133. Radyo teleskoplar neyi dinler?

Radyo dalgaları, dalgaboyu 1 cm'in üstünde olan elektromanyetik dalgalardır. Elektromanyetik tayfin en düşük enerji bölümünü oluştururlar.

Bell Telefon Laboratuarları radyo mühendisi Karl Jansky 1930'da Samanyolu'ndan gelen radyo dalgaları keşfetti. Radyo gökbiliminin doğuşu.

7 yıl sonra Grote Reber bahçesinde (ABD) yönlendirilebilir, parabolik radyo anten yaptı; radyo gökyüzünü haritaladı, ayrı kaynaklar buldu.

Radyo gökbilimin avantajı: Kozmik radyo dalgaları parlak gün ışığında, hatta yağmur/kar fırtınasında incelenebilir. Karanlık gök gerekmez.

II. Dünya Savaşı: Hollandalı astronom Henk van de Hulst soğuk/ nötr hidrojen gazının zayıf 21 cm radyo dalgalar yayması gerektiğini gösterdi.

21 cm ışınımı ilk kez Mart 1951'de, Harvard'da Harold Ewen ve Edward Purcell tespit etti. Bunu Mayıs 1951'de Hollandalılar takip etti.

Çok geçmeden Hollanda, Dwingeloo'da (1956, 25 m çap) ve İngiltere, Jodrell Bank'ta (1957, 76 m) büyük radyo teleskoplar inşa edildi.

Gökbilimciler radyo teleskop sayesinde Samanyolu gökadasının sarmal yapısını ve diğer gökadalarnın soğuk, dış bölgelerini haritalayabildiler.

Radyo teleskoplar manyetik alan hatları etrafında dönen hızlı elektronların yaydığı "senktron ışınımı" da (birçok dalga boyunda) algılar.

Böylece radyo gökbilimle hızla dönen pulsarlar, aktif gökadalalar, karadelik kaynaklı enerji jetleri ve uzak kuasarlar da incelenebilir.

Evren Tweetlendi

En büyük radyo anten: Puerto Rico, Arecibo (305 m), çanağımsı vadide.
En büyük yönlendirilebilir anten: Virginia, Green Bank (100 x 110 m).

Very Large Array (New Mexico) ve Westerbork Array (Hollanda) en büyük interferometreler arasındadır: Ağla birleştirilmiş küçük antenler.

Geleceğin güney yarımküredeki Square Kilometre Array'i (SKA) binlerce küçük anteniyle tarihin en büyük radyo gözlemevi olacak.

134. Mikrodalga gökyüzü nasıl görünür?

Gece göğe baktığınızda dört bir yana saçılmış yıldızları görürsünüz ama gece göğünün en çarpıcı özelliği büyük oranda karanlık olmasıdır.

Görünür ışık “elektromanyetik tayfın” küçük bir kısmıdır. Diğer (görünmez) ışık türlerine örnek: X-ışınları, kızılötesi, radyo dalgaları.

“Sihirli gözlükleriniz” olduğunu ve çerçevedeki bir düğmeyi çevirerek gördüğünüz ışık türünü değiştirebildiğinizi hayal edin.

Gözlüğünüzü X-ışınına ayarlarsanız, karadelik gibi cisimleri görürsünüz ama gökyüzü hâlâ oldukça karanlıktır. Diğer ışık türlerinde de öyle.

İstisna: Mikrodalga. Yani, dalgaboyu kısa olan radyo dalgaları. Cep telefonu, TV ve tabii mikrodalga fırında kullanılan “ışık” türü.

Gözlüğünüzü mikrodalgaya ayarlarsanız, gökyüzü artık karanlık görünmez. Aksine kör edercesine, baştan sona beyazdır.

Bu gördüğünüz Büyük Patlama ateş topunun “artık parıltısı”dır. İnanılmaz ama olaydan 13,7 milyar yıl sonra bile o parıltı tüm uzaya hâkimdir.

Evrenin genişlemesi sonucu -270°C 'ye kadar soğuyan “ kozmik arka plan ışıması ” evrendeki tüm fotonların %99,9'unu teşkil eder.

Ama daha yakından bakarsanız artık parıltının her yerde eşit olmadığını görürsünüz. Kimi bölgeler ortalamadan biraz daha parlak/soluktur.

“Yaratılışın artık parıltısının” bu sıcak ve soğuk noktaları, Büyük Patlama ateş topunun, ilk gökadalara dönüşmeye başlayan maddeleridir.

Büyük Patlama'nın artık parıltısı bize doğumundan 380.000 yıl sonraki evreni gösterir. Işıkla görebildiğimiz, zamanın en uzak noktasıdır bu.

Evrenin –tüm uzayın– hâlâ artık ısıyla ısıldıyor olması, onun Büyük Patlama'yla başladığının en çarpıcı kanıtıdır.

135. Gökbilimciler evrenin sıcaklığını nasıl ölçer?

Dalgaboyu 700 nanometre ile 1 milimetre arasında olan kızılötesi ışınım, 1800'de William Herschel tarafından keşfedildi (1738-1822).

Herschel bir prizma kullanarak kırmızıdan maviye Güneş tayfı yarattı. Sonra termometreler kullanarak her rengin içindeki enerjiyi ölçtü.

Tayfın kızıl bölümünün ötesindeki termometrenin de, besbelli görünmez uzun dalga ışınımından, ısı aldığını kaydetti.

Kızılötesi (IR) ışınım (ısı ışınımı) bugün iyi biliniyor ve gece gözlüklerinde, gece çekimleri için tüketici kameralarında kullanılıyor.

Gökbilimde karanlık toz bulutu gibi soğuk cisimler, enerjilerinin çoğunu IR dalgaboylarında yayar. IR gökbilimi tozlu evreni ortaya çıkarır.

Toz, kızılötesi ışığa karşı da geçirgendir. IR teleskoplar, görünür ışık soğurulsa da toz bulutlarına gömülü önyıldızları ortaya çıkarır.

Sorun: Dünya atmosferindeki su buharı kozmik IR ışınımı kısmen emer. Teleskobun yüksek dağ tepesinde veya uzayda olması gerekir.

Bugün (Keck ve VLT gibi) çoğu dev yer teleskobunda hem görünür ışık kameraları hem de yakın-kızılötesi dedektörler vardır.

İlk IR dedektörlerde keskin bir yön hassasiyeti yoktu. Kızılötesi gökyüzünü görüntülemekte kullanılamıyorlardı, resimler bulanıktı.

Şimdi evlerdeki kameralarda bile IR-duyarlı elektronik ccd dedektörler var. Mevcut teknoloji/imkânlar optik dedektörlerle kıyaslanabilir.

Soluk IR ışınımını uzaydan "görebilmek" için dedektörlerin daima (örn. sıvı helyumla) mutlak sıfıra yakın soğutulmaları gerekir.

Evreni Görmek

İlk tam-gökyüzü IR haritalarını IRAS uydusu üretti (1983). İlkel gezegen oluşum diskleri ve uzak tozlu gökadarlar dâhil 350.000 kaynak buldu.

Bunu Spitzer Uzay Teleskobu (NASA, 2003) ve Herschel (ESA, 2009) gibi birçok IR uzay teleskobu izledi. Hubble'ın da yakın-IR kamerası var.

Geleceğin 6,5 m James Webb Uzay Teleskobu (Hubble'ın NASA/ESA ardılı, fırlatma 2018) ağırlıkla kızılötesi dalgalıboylarında gözlem yapacak.

136. Morötesi gökyüzü nasıl görünür?

Morötesi (UV) ışığın dalgaboyu 10 ila 400 nanometre arasındadır. İnsan gözüne görünmez ama anı gibi bazı küçük hayvanlar UV'yi görebilir.

UV fotonları görünür ışık fotonlarından çok daha fazla enerji taşır. Güneş'in UV ışığının yanık, hatta cilt kanseri yapmasının nedeni budur.

Neyse ki Dünya atmosferi, özellikle de ozon UV ışınımının çoğunu emer. KFK gazlarının ozon tabakasına saldırmaları bu yüzden endişe vericidir.

Sadece genç, büyük kütleli yıldızlar /yoğunlaşmış beyaz cüceler gibi çok sıcak cisimler enerjilerinin çoğunu morötesi dalgaboylarında yayar.

Çoğu yıldız UV dalgaboylarında görünür ışığa kıyasla daha sönüktür. Yani UV duyarlı gözlerimiz olsa, gece gökyüzü hiç etkileyici görünmezdi.

Kozmik UV ışınımı ancak uzaydan incelenebilir. Ünlü UV uyduları: International Ultraviolet Explorer (IUE, 1978-96), FUSE (1999).

Hubble Uzay Teleskobu'nun da STIS adlı UV spektrograf/kamerası vardır. 1997'de eklendi, 2004'te bozuldu, 2009'da astronomlarca tamir edildi.

Şu anki en aktif UV uzay teleskobu GALEX'dir (Galaxy Evolution Explorer). 2003'de fırlatıldı. Uzak gökadalardaki yıldız oluşumunu inceler.

UV teleskoplar Ilık-sıcak Gökadalar Arası Ortam (WHIM) varlığını da ortaya koyabilir: Gökadalar - gökada kümeleri arasındaki çok seyrek gaz.

WHIM'deki elektronları koparılmış oksijen/nitrojen atomları, uzak kuasar ışığındaki belli UV dalgaboylarını soğurarak kendini belli ederler.

Bu arada SOHO gibi uzaydaki Güneş teleskoplarında ve Solar Dynamics Gözlemevi'nde bulunan UV kameralar da Güneş'teki patlamaları takip eder.

137. Gökbilimciler evrenin röntgenini nasıl çeker?

Doğada en yüksek enerjili ışınım formu X-ışınları (0,01-10 nanometre dalgaboyu) ve gama ışınlarıdır (0,01 nm'den kısa her şey).

Dünyada X-ışını tıbbi amaçlarla kullanılır. İnsan dokusundan geçip doz çok yüksekse kansere neden olabilecek kadar enerjiktir.

Gama ışınları daha da enerjiktir. Nükleer tepkimelerde oluşur. Ölümcül olabilir. Neyse ki atmosfer, kozmik X ve gama ışınlarını engeller.

1949'daki roket deneyinde Güneş X ışınları tespit edildi. 1962'de yine roket deneyinde ilk kozmik X ışın kaynağı Scorpius X-1 tespit edildi.

O zamandan bu yana, şimdi her ikisi de devrede olan Chandra (NASA) ve XMM-Newton (ESA) da dâhil, pek çok X-ışın uydusu fırlatıldı.

X ışınları teleskop aynasından geçip gideceği için tayf almak/X-ışın gökyüzü görüntülemesi yapmak için özel optik ve/veya dedektör gerekir.

X ışınlarını (milyonlarca derece) aşırı sıcak gazlar, örneğin, bir karadeliğe çekilirken veya bir süpernova kalıntısıyla çarpışınca üretir.

Gama ışın uyduları arasında Compton gözlemevi (1991-2000) ve Integral (ESA) ile Fermi (NASA) yer alır, son ikisi hâlâ devrededir.

Önemli araştırma alanı: Gama ışını patlamaları. Patlayan dev yıldızlar/birleşen nötron yıldızlarının yol açtığı evrendeki çoğu enerjik olay.

Madde ve antimaddenin birbirlerini yok etmeleri ve varsayımsal karanlık madde parçacıklarının bozunumu da yaygın gama ışını üretir.

Çok yüksek enerjili gama ışını fotonları Dünya atmosferinde, yer aygıtlarıyla gözlemlenebilen ikincil parçacık duşları oluşturur.

X/gama ışınları yüksek enerji evrenini heyecan arayan gökbilimcilerin önüne serer: Doğadaki en sıcak, en vahşi, en patlayıcı vakalar.

138. Kozmik ışın nedir?

Işın değil ama uzaydan gelen enerji ve yüklü parçacıklardır. Çıkış kaynakları çok iyi bilinmez.

5300 m'ye balon uçuran (1912) Avusturyalı fizikçi Victor Hess, daha yüksek irtifada hava atomlarından daha çok elektron koparıldığını buldu.

ABD'li fizikçi Robert Millikan hatayla bu "iyonlaşmayı" yüksek enerjili fotonların yarattığını düşündü. "Kozmik ışın" terimini kullandı.

KI parçacıklarının ~%90'ı protonlar (hidrojen atomu çekirdeği); %9'u alfa parçacıklar (helyum çekirdeği); %1'i daha ağır çekirdeklerdir.

Kozmik ışınlar hava molekülleriyle çarpıştıklarında ikincil parçacık duşu ve Cerenkov ışınımı diye bilinen soluk bir ışıltı üretirler.

Geniş alana yayılan yer temelli parçacık dedektörleri hava duşlarını; ultra hassas ışık dedektörleri ise Cerenkov ışınımını tespit eder.

Mevcut en güçlü kozmik ışın gözlemevi Arjantin'deki Pierre Auger Gözlemevi'dir: 3000 km²'lik alana yayılmış 1600 dedektör.

Ne yazık ki Samanyolu'nun manyetik alanı yüklü parçacıkları saptırır, bu yüzden Dünya'ya varış yönü, çıkış kaynağıyla alakalı değildir.

"Ultra yüksek enerjili kozmik ışınlar", neredeyse ışık hızıyla yol alan, hızla vurulmuş tenis topu kadar çok enerji taşıyan protonlardır.

Bu UYEKI'lar insan yapımı parçacık hızlandırıcılarda üretilmiş en yüksek enerjili parçacıktan 50 milyon kat enerji olabilir.

UYEKI'lar çok enderdir. Kolayca saptırılamazlar. Merkezinde karadelik olan, nispeten yakın aktif gökadalarda üretiliyor olabilirler.

139. Kozmik nötrinolar evren hakkında ne söyler?

Nötrinolar neredeyse kütlesiz, atomaltı parçacıklardır. Diğer parçacıklarla nadiren etkileşime girdiklerinden tespit edilmeleri zordur.

Nötrino varsayımını 1930'da Wolfgang Pauli, parçacık deneylerini açıklayabilmek için geliştirdi. Nükleer reaktörde ilk tespiti 1956'da oldu.

Nötrinolar tüm evreni doldurur. Her saniye vücudumuzdan yaklaşık 400 trilyon nötrino, ışık hızıyla geçer.

Büyük Patlama'da pek çok nötrino oluştu. Diğerleri ise yıldız çekirdeklerindeki nükleer reaksiyonlarda ve süpernova patlamalarında üretildi.

Nötrinolar büyük miktarda suyun gözlenmesiyle tespit edilebilir. Çok nadiren atomlarla etkileşime girer, küçük ışık çakmaları yaratırlar.

Dedektörler kozmik ışıklardan korunmaları için yeraltına konur. Büyük nötrino dedektörleri: Super-Kamiokande (Japon), Sudbury (Kanada).

Mevcut en büyüğü Güney Kutbu'ndaki IceCube Nötrino Gözlemevi'dir. Binlerce ışık dedektörü içeren 1 kilometreküplük buz.

Dünya'ya varan nötrinoların çoğu Güneş çekirdeğindendir. 1987'de hiç beklemezken, yakın bir süpernova patlamasının nötrinoları belirlendi.

Nötrinolar uzayda giderken "tat" değiştirirler (elektron/müon/tau nötrino). Bu sadece nötrinonun küçük bir kütlesinin olmasıyla mümkündür.

Ancak o kadar hafiftirler ki Büyük Patlama'dan kalan nötrinolar, sayıları çok olduğu halde, karanlık maddenin açıklaması olamaz.

Nötrinolar sadece doğrudan Güneş çekirdeğinden gelen "habercilerdir". Kozmik nötrino çalışmaları süpernova patlamalarını da aydınlatabilir.

Ancak nötrino gökbiliminin esas amacı, doğanın temel özellikleri, hatta belki karanlık madde gizemi hakkında daha çok şey öğrenmektir.

140. K t le ekim dalgası nedir?

K t le ekim dalgaları uzay-zamanın yapısındaki varsayımsal dalgalanmalardır. Işı  hızıyla ilerlerler, sudaki çember dalgalar gibidirler.

Einstein'ın genel görelilik teorisine göre uzay-zamanın 4 boyutlu sert yapısı kütlenin varlığıyla bozulabilir/bükülebilir.

Benzeri biçimde, hızlanan kütleler uzay-zamanda, enerjiyi taşıyarak yayılan dairesel dalgalar yaratır. Onlara da k t le ekimsel ışı ım denir.

1974: Russell Hulse ile Joe Taylor ikili pulsar B1913+16'nın yörüngesinin enerji kaybettiğini ve yılda 3,5 m k   ld   n  keşfettiler.

Enerji kaybı, genel g relili in öngörüleriyle birebir uyumluydu. İkili pulsar belli ki k t le ekim dalgaları yayıyordu.

Ancak dalga genliği çok küçük olduğundan, tespiti çok zordur. Dedektörler için, kilometre uzunluğunda borularda lazer demetleri kullanır.

ABD'deki hassas LIGO dedektörleri bile henüz başarıya ulaşamadı. 2014'de yapılacak duyarlık y kseltimi bunu de i tirebilir.

Olası KD kaynakları: Yörüngede büyük kütleli cisimler, süpernova patlamaları, gama ışığı patlamaları, yıldız yutan karadelikler.

Geleceğin uzay dedektörleri Büyük Patlama'dan kalma yüksek frekanslı k t le ekim dalgalarını da tespit edebilir.

K t le ekimsel dalga gökbilimi, evrene yepyeni bir pencere aralıyor. Henüz g zlelenmemi  fenomenler ortaya çıkabilir. M thi  değil mi?

Teşekkür

Govert Twitter takipçilerine bu kitabın önünü açan Twitter'daki haftalık gökbilim "twourse"larına gösterdikleri ilgiden dolayı teşekkürlerini sunar. Marcus'a ise *Evren Tweetlendi* için işbirliği konusunda sergilediği heyecandan dolayı teşekkür eder.

Marcus inandıkları ve teşvik ettikleri için Neil Belton'a, Henry Volans'a, Stephen Page'e, Felicity Bryan'a ve Karen Chilver'a teşekkür eder. Ve tabii Govert'e de.



UZUN LAFIN EN KISASI

Günümüzün en popüler -ve en eğlenceli- bilim yazarlarından **Marcus Chown** ve **Govert Schilling** önce evrene dair en mühim 140 soruyu seçip, ardından mevzunun özünü süzerek 140 karakterli tweetler halinde bu soruları cevaplıyorlar.

İki yazar bizi evrende bir yolculuğa çıkararak, "**Gökyüzü gece neden karanlık?**" veya "**Yıldızlar neden kırpışır?**" gibi en basit sorulardan, "**Kuasar nedir?**" ya da "**Büyük Patlama'dan önce ne oldu?**" gibi daha zorlu sorulara dek her konuyu ele alıyorlar.

Bu son derece aydınlatıcı kitaptaki soruların bazıları en az yanıtları kadar şaşırtıcı: "**Teleskopla gördüğümüz gökadalara bir göz yanılması olabilir mi?**" "**Satürn'ün uydusu Titan'da yüzülür mü?**" "**Ay neden yere düşmüyor?**" (Bunun hiç de saçma bir soru olmadığını anlayacaksınız) ve "**Dünya neden özel?**"

EVREN TWEETLENDİ özenle sıkıştırılmış bir dev bilgi kasesi; ister hepsini bir oturuşta bitirin, ister canınız çektiği zaman, canınız çektiği kadar atıştırın.



galileogalilei @galileogalilei

Dünya yuvarlak, ayrıca sanırım Güneş'in etrafında dönüyor.

1

FAVORITE



@englizsyon

7:42 PM - 20 Feb 1614 via web • Details



domingo

www.twitter.com/domingokitap



ISBN:978-605-62604-3-8



16 TL

domingo.com.tr