

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>

CARL SAGAN & ANN DRUYAN

Kuyruklu yıldız



Ücretsiz PDF Kitap Arşivi - <https://rantey.org>

BİLİM

CARL SAGAN

(d. 1934-ö. 1996): Brooklyn, New York doğumlu ABD'li astronom, astrofizikçi, astrobiyolog, yazar, bilimin popülerleşmesini sağlayan öncü isimlerden biri olan Carl Sagan, fizik lisans ve lisansüstü eğitimini Chicago Üniversitesi'nde tamamlamış, keza astronomi ve astrofizik dallarındaki doktora çalışmalarını da aynı üniversitede yapmıştır. Daha sonra California ve Harvard üniversitelerinde ders vermiş, 1962-68 arasında da Smithsonian Astrofizik Gözlemevi'nde çalışmıştır. 1968'de Cornell Üniversitesi'nin Gezegen Araştırmaları Laboratuvarı yöneticiliğine getirilen Sagan, araştırmalarına ölünceye kadar, 1971'de profesör unvanını elde ettiği Cornell Üniversitesi'nde devam etmiştir. Diğer araştırmalarının yanı sıra Mariner, Viking, Voyager ve Galileo uzay araçlarının keşif seferlerindeki öncü rolü nedeniyle NASA madalyalarıyla taltif edilmiştir. Hazırlayıp sunduğu Emmy ve Peabody ödüllü *Cosmos* adlı televizyon dizisi 60 ülkede 500 milyon kişi tarafından izlenmiştir. Dizinin ardından yayımlanan aynı adlı eseri Pulitzer ödülünü kazanmıştır. Sagan bilime, edebiyata, eğitime ve çevrenin korunmasına katkılarının dolayı çok sayıda ödüle ve fahri doktora unvanına layık görülmüştür. Bir bölümünün Türkçesi de yayımlanan 600'den fazla makalesinin yanı sıra, yazarlığını, ortak yazarlığını ve/ya editörlüğünü yaptığı 20'den fazla kitabı vardır. Türkçeye çevrilen (orijinal yayım tarihine göre sıralanmış) eserlerinden bazıları: *Cosmic Connection* (1973) [*Kozmik Bağlantı*, Çev. Maktav Dinçer, Mihriban Doğan, Say Yayınları], *Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence* (1977) [*Cennetin Ejderleri-İnsan Zekâsının Evrimi Üzerine Düşünceler*, Çev. Mihriban Doğan, Say Yayınları], *Broca's Brain: Reflections on the Romance of Science* (1979) [*Broca'nın Beyni-Bilim Aşkı Üzerine Düşünceler*, Çev. Volkan Yazman, Say Yayınları], *Cosmos* (1980) [*Kozmos-Evrenin ve Yaşamın Sırları*, Çev. Reşit Aşçıoğlu, Altın Kitaplar], *Contact* (1985) [*Mesaj*, Çev. Mehmet Harmancı, Say Yayınları], *Comet* (1985) [*Kuyruklu yıldız*, Çev. Ahmet Aybars Çağlayan, Ayrıntı Yayınları], *Shadows of Forgotten Ancestors: A Search for Who We Are* (1993) [*Atalarımızın Gölgesinde - İnsanın Doğa İçindeki Yeri Üzerine*, Çev. Ayça Türkan, Say Yayınları], *Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space* (1994) [*Soluk Mavi Nokta - İnsanın Uzaydaki Geleceğine Bir Bakış*, Çev. Süha Sertabiboğlu, Ayrıntı Yayınları], *The Demon-Haunted World: Science as a Candle in the Dark* (1995) [*Karanlık Bir Dünyada Bilimin Mum Işığı*, Çev. Miyase Göktepe, TÜBİTAK Yayınları], *Billions and Billions: Thoughts on Life and Death at the Brink of the Millennium* (1997) [*Milyarlarca ve Milyarlarca - Milenyumun Eşiğinde Yaşam ve Ölüm Üzerine Düşünceler*, Çev. Füsun Baytok, TÜBİTAK Yayınları].

ANN DRUYAN

(d. 1949-): Queens, New York doğumlu ABD'li ödüllü bir yazar ve yapımcıdır. Bilimi popülerleştirmeyi ve açıklamayı amaçlayan birçok projedeki rolü nedeniyle tanınmıştır. Bunlardan en önemlileri Carl Sagan'ın aynı adlı romanının Robert Zemeckis tarafından yönetilen beyaz perde uyarlaması *Contact* [*Mesaj*] filmi ve kısaca *Cosmos* [*Kozmos*] adlı televizyon dizisidir. Ayrıca eşi Carl Sagan'ın birçok eserine katkıda bulunmanın yanı sıra, *Comet* (1985) [*Kuyruklu yıldız*, Çev. Ahmet Aybars Çağlayan, Ayrıntı Yayınları] ve *Shadows of Forgotten Ancestors: A Search for Who We Are* (1993) [*Atalarımızın Gölgesinde-İnsanın Doğa İçindeki Yeri Üzerine*, Çev. Ayça Türkan, Say Yayınları] adlı eserleri eşiyile birlikte yazmış, Carl Sagan'ın 1985'te verdiği bir dizi konferans metninden oluşan *The Varieties of Scientific Experience: A Personal View of the Search for God* (2006) adlı eserin de editörlüğünü yapmıştır. NASA'nın Voyager Yıldızlararası Mesaj Projesi'nin de yaratıcı yönetmenidir.

Ayrıntı: 1117

Bilim: 5

Kuyruklu Yıldız

Carl Sagan & Ann Druyan

Kitabın Özgün Adı

Comet

İngilizceden Çeviren

Ahmet Aybars Çağlayan

Yayıma Hazırlayan

İlbay Kahraman

Bu kitabın Türkçe yayım hakları

Ayrıntı Yayınları'na aittir.

Bu kitabın Türkçe yayım hakları Anatolia Agency aracılığıyla alınmıştır.

© Copyright 2017 by Carl Sagan with permission from Democritus Properties, LLC. All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form

Kapak Fotoğrafı

Maciej Frolow/ Photographer's Choice /Getty Images Turkey

Kapak Tasarımı

Gökçe Alper

Dizgi

Kâni Kumanova

Baskı ve Cilt

Ali Laçın - Barış Matbaa-Mücellit

Davutpaşa Cad. Güven San. Sit. C Blok No. 286

Topkapı/Zeytinburnu - İstanbul - Tel. 0212 567 11 00

Sertifika No: 33160

Birinci Basım: Ekim 2017

Baskı Adedi 2000

ISBN 978-605-314-223-2

Sertifika No.. 10704

AYRINTI YAYINLARI

Basım Dağıtım San. ve Tic. A.Ş.

Hobyar Mah. Cermal Nadir Sok. No.. 3 Cağaloğlu – İstanbul

Tel.. (0212) 512 15 00 Faks: (0212) 512 15 11

www.ayrintiyayinlari.com.tr & info@ayrintiyayinlari.com.tr



twitter.com/ayrintiyayinevi



facebook.com/ayrintiyayinevi



instagram.com/ayrintiyayinlari

Carl Sagan & Ann Druyan
Kuyrukluyıldız



**On yıldan fazladır sürdürdüğü dostluğu ve
başarılı sıkı çalışması nedeniyle, sevgi ve takdirlerimizle
Shirley Arden'e.**

İçindekiler |

çevirmenin notları	9
giriş	10

I. bölüm

kuyrukluyıldızların doğası

1. kısım	kuyrukluyıldız üstünde	17
2. kısım	alamet	28
3. kısım	halley	57
4. kısım	dönüş vakti	96
5. kısım	serseri kuyrukluyıldızlar	116
6. kısım	buz	131
7. kısım	kuyrukluyıldızların anatomisi: buraya kadarın özeti	153
8. kısım	zehirli gaz ve organik madde	170
9. kısım	kuyruklar	184
10. kısım	kuyrukluyıldızla ilgili bir hayvan masalı	202

II. bölüm

kuyrukluyıldızların kökenleri ve kaderleri

11. kısım	bir trilyon dünyanın göbeğinde	249
12. kısım	yaradılışın hatıratları	266
13. kısım	göçüp gitmiş kuyrukluyıldızların hayaletleri	283
14. kısım	sıçramış alevler ve parçalanmış dünyalar	304
15. kısım	semanın gazabı: 1. müthiş ölüm	329

16. kısım	semanın gazabı: 2. modern bir mit?	352
17 kısım	büyülü bölge.....	368

III. bölüm

kuyruklu yıldızlar ve gelecek

18. kısım	bir filotilla yükseliyor	387
19. kısım	büyük kaptanların yıldızları	400
20. kısım	bir toz tanesi.....	420

ekler

kuyruklu yıldız yörüngeleri ve meteor yağmurları

ek 1	seçili uzun devirli kuyruklu yıldızların yörüngeleri	434
ek 2	seçili kısa devirli kuyruklu yıldızların yörüngeleri	436
ek 3	çıplak gözle görülen başlıca meteor yağmurları, geç yirminci yüzyıl.....	438
ek 4	daha fazla bilgi.....	440
kaynakça		442
genel dizin		454
kuyruklu yıldız dizini.....		474

çevirmenin notları |

Köşeli Parantezler: Okurun dikkatini dağıtmamak amacıyla mümkün olduğunca ilave dipnotlardan kaçınılmıştır. Bunların yerine köşeli parantez kullanılarak metnin içinde açıklama yapılmıştır. Bir başka deyişle bunları yazarların kullandığı “()” veya “{}” işaretlerinden ayırmak için “[]” işaretleri kullanılmıştır.

Alıntılar/Kaynakça: Alıntılar (aksi belirtilmedikçe) elinizdeki metnin İngilizcesi esas alınarak Türkçeleştirilmiştir. Dolayısıyla alıntı yapılan eserin –yayımlanmışsa– Türkçesiyle uyuşmayabilir. Alıntı yapılan veya yararlanılan eserlerin –yayımlanmışsa– Türkçesine de yer verilmiştir. Ancak bu çevirilerin bulunabilirliği veya kalitesi garanti edilemez. Ayrıca orijinalinde belirtilen sayfa numaralarıyla Türkçesindeki sayfa numaraları birbirini tutmayabilir.

Özel Adlar: Özel adların Türkçe literatürdeki karşılıkları için esas itibarıyla AnaBritannica Ansiklopedisi ve İslâm Ansiklopedisi’nden yararlanılmıştır.

Çince Adlar: Yazarlar Çince adların yazımında Wade-Giles transkripsiyon [çeviri yazı] sistemini kullanmışlardır. Ülkemizdeki başlıca kaynaklardan AnaBritannica Ansiklopedisi’nde esas itibarıyla Pinyin sistemi kullanıldığından, söz konusu adlar buna göre yazılmıştır.

| giriş

Buralarda daha Yer meydana gelmeden önce de kuyrukluyıldızlar vardı. Kuyrukluyıldızlar sonraları, ardı sıra gelen milyarlarca yıl boyunca semalarımızı süsledi. Ancak kuyrukluyıldızlar gösterilerini yakın zamana kadar izleyicisiz sahneliyordu; henüz güzelliklerine hayranlık duyacak bir bilinç yoktu. Bu durum birkaç milyon yüzyıl önce değişmişti ama düşünce ve duygularımızı kalıcı bir şekilde kayda geçirmeye yaklaşık on bin yıl önce başladık. Kuyrukluyıldızlar, o gün bugündür, artlarında toz ve gazdan çok daha fazlasını bıraktı; imgelere, şiirlere, sorulara ve içgörülere yol açtı. Bu kitapta, söz konusu izleri yeniden keşfetmeyi, kuyrukluyıldızlarla ilgili bugünkü kavrayışımızı mercek altına almayı ve başka nelerin mümkün olabileceği üzerinde akıl yürütmeyi denedik.

Yer'in en göz kamaştıran (ve dakik) ziyaretçilerinden birinin, Halley Kuyrukluyıldızının 1985/86'daki dönüşünden ve daha önce görülmemiş kuyrukluyıldız Hale-Bopp'un 1997'de tezahüründen esinlendik.

Bilimsel buluşların evrimi hakkında bir fikir vermenin yanı sıra kuyrukluyıldız teorilerinden bir köşeye atılanlar, halen geçerliliğini koruyanlar ve ne revaçta olan ne de reddedilenlerle ilgili lehte ve aleyhte kanıtlar sunmaya çalıştık. Umarız bunların ayrımını açıklıkla belirtmişizdir. Bazı kavram ve terimler açıklık ve genel okura erişilebilirlik amacıyla defalarca göz önüne serilmiştir. Bu hiçbir surette matematiksel bir kitap değildir ama modern bilimlerin hepsi niceldir. Dolayısıyla orada burada biraz

matematiğe yer verdik. Bir şeyin ne kadar uzakta bulunduğunu bilmek istediğimizde, aradaki mesafeyi kara mili, verst¹ veya fersah cinsinden ölçebiliriz. Hangi cetveli kullanırsak kullanalım doğa tıpatıp aynıdır. Ancak gezegen üzerindeki ülkelerin çok büyük bir bölümünün onu benimsemesi nedeniyle, onun bilimsel gelenek ve daha basit olmasından ötürü, bu kitapta metrik sistemi kullanacağız. Bir metre aşağı yukarı bir yarda kadardır. Bunlardan bin tanesi bir kilometre eder. Bir kilometre neredeyse bir kara milinin yüzde altmışına denktir. Bir metrenin yüz eşit parçaya bölündüğünü zihnimizde canlandırırsak, her parça bir santimetredir. İki buçuk santimetrenin biraz fazlası bir inç eder. Bir mikron bir metrenin milyonda biridir ve fark edilemeyecek kadar küçük bir uzunluktur. Yan yana duran on bin atom bir mikron uzunluğunda bir zincir meydana getirir. Tırnağınızın eni yaklaşık on bin mikron veya hemen hemen bir santimetredir.

Bu kitaba, metnin kapsamı ve okunabilirliği açısından, halen yaşayan kuyruklu yıldız bilim insanlarının ancak çok küçük bir bölümünü dahil ettik. Onlar bu konuyu modern bilimin en heyecan verici alanlarından biri haline getirmişlerdir. Bugün bütün önceki kuşaklar boyunca ömür sürmüş kuyruklu yıldız bilginlerinin toplam sayısından katbekat daha fazlası mevcuttur. Adlarını dahil etmediklerimizin bizi hoş görmelerini dileriz. Meraklı okurlar bu uzmanların adlarını bulmak isterlerse, kitabın arka sayfalarındaki kaynakça vasıtasıyla orijinal bilimsel makalelerin izini sürebilirler. Bu kaynakçaya hem astronomiyle ilgili popüler kitapları hem de ilgili bilimsel literatürü temsil eden veya özellikle ilginç eserleri dahil ettik.

Bu kitabın hazırlanışı sırasında gösterdikleri alicenaplık için dünya astronomi camiasına minnettarız. Birleşik Devletler'in uzay aracı görevleri planlarının ardındaki itici güç olan Cornell Üniversitesi'nden Joseph Veverka, baş teknik danışmanlık ve eleştirmenlik vazifesini gördüğü gibi, kitap için pek çok astronomik [gök bilimsel] resmi de o sağlamıştır. Bu fotoğrafları temin etmemizi kolaylaştıran Andrea Barnett, Mary Roth, John Kaprielian ve Margaret Dermott'a müteşekkirimiz. Mark Washburn

1. Artık kullanılmayan ve 1,0668 kilometreye denk bir Rus uzaklık ölçüsüdür. (ç.n.)

verilen birkaç araştırma görevini mutlak çalışkanlığı ve mükemmelliğiyle yerine getirmiştir.

Birkaç meslektaşımız bu kitabın ilk taslaklarını okuyup ayrınılı ve değerli yorumlarda bulunma nezaketini göstermişlerdir: Luis W. Alvarez, Martha Hanner, Joseph Marcus, Steven Soter, Paul Weissman ve aynı zamanda Halley Kuyrukluyıldız'ın gelecekteki dönüş tarihlerini hesaplayan Donald K. Yeomans. Uzmanlıklarından yararlanmamıza izin veren diğer isimlere John C. Brandt, Donald Brownlee, Stephen Jay Gould, Brian Marsden, Richard Muller, Marcia Neugebauer, Ray Newburn, Sara Schechner Genuth, Zdenek Sekanina, J. John Sepkowski, Jr., Eugene M. Shoemaker, Reid Thomson ve Fred L. Whipple dahildir. Hepsine son derece müteşekkirimiz.

Bu kitabı yazarken ki en hoş deneyimimiz Library of Congress ["Kongre Kütüphanesi"] Bilim ve Teknoloji Bölümü Kıdemli Bilim Uzmanı Ruth S. Freitag'le karşılaşmamızdı. Bilgisi, alanıyla ilgili hevesi ve kuyrukluyıldız resim hazinesini paylaşmaktaki gönüllülüğü ülkenin bu kütüphanesinin ne kadar yerinde olduğunu göstermektedir.

Kuyrukluyıldız'ın görsel içeriğini, büyük ölçüde hayalleri bilimle aydınlanan bir sanatçıya, Jon Lomberg'e borçluyuz. Toronto, Kanada'da kurulu Bell Production Services'den Simon Bell ve Jason LeBel'le birlikte ürettiği diyagramları insanı hiç sıkmadan ve inceliikle eğitmektedir. Jon, taslak metni gözden geçirmenin yanı sıra bu kitap için özel olarak ısmarlanan resimleri üreten diğer sanatçıların çabalarını da koordine etmiştir. Bu kitapta gezegenin bazı en usta astronomi ressamlarının işlerini gözler önüne seriyoruz:

Michael Caroll

Pamela Lee

Don Davis

Jon Lomberg

Don Dixon

Anne Norcia

William K. Hartmann

Kim Poor

Kazuaki Iwasaki

Rick Sternbach

Edmond Halley'nin hayatıyla ilgili bölümde yer verdiğimiz resimler Londra'da kurulu A. M. Heath telif ajansından Michael Thomas'ın nezaketi sayesinde elimize geçti. Prehistorik hayvanlar ve antik kaligrafi için sırasıyla Maren Leyla Cooke ve Takako Suzuki'ye, kişisel kuyruklu yıldız resimleri koleksiyonuna erişim izni verdiği için Donald K. Yeomans'a da teşekkür ederiz.

Taslak vücut bulurken birçok versiyonuna, önce katkıları dolayısıyla ithaf bölümünde teşekkür ettiğimiz Shirley Arden, sonra da William Barnett ustaca yol göstermiştir. Bu gözden geçirilmiş baskıda yer alan resimlerin hazırlanmasında gene Jon Lomberg'in eşsiz becerilerinden yararlanılmıştır. Bu kitaba farklı yönlerden önemli katkılarda bulunan Pandora Peabody ve Maruja Farge'a da teşekkür ederiz.

Bizi dünya kuyruklu yıldız edebiyatının uyum ihtimalleriyle tanıştıran Toronto Üniversitesi karşılaştırmalı edebiyat profesörü Patricia Parker, bizi baş döndürücü bir yolculuğa çıkardı. Cornell Üniversitesi bilimsel camiasının fevkalade geniş ve derin görüşlülüğünden yararlandık. İngilizce Departmanı'ndan Patricia Gill, sayısız antik kuyruklu yıldız kaynağının orijinal çevirisini ve edebi anıştırmaları sağlamanın yanı sıra, Ann Bishop, Milad Doueihy, Michael D. Layne, Jim LeBlanc, Gina Psaki, Heather Smith, Karen Swenson ve Xie Yong'u içeren bir yetenekli araştırmacı ve çevirmen heyetini bir araya getirmiştir.

Verimli üretimleri için Random House'dan Howard Kaminsky, Jason Epstein, Robert Aulicino, Nancy Inglis ve Ellen Vanoak'a, Ballantine'dan Linda Grey'e; satır kipindeki yararlı düzenlemeleri ve pek çok görüşü için Derek Johns'a; *Kuyruklu yıldız*'ı mümkün kılan alışılmış normların çok ötesindeki hizmetleri için Scott Meredith Literary Agency'den Scott Mederith, Jack Scovil, Jonathan Silverman, Bill Haas ve diğerlerine, Janklow & Neshit telif ajansından da Cynthia Cannell ve Mort Janklow'a teşekkür ederiz. Dorion Sagan'a desteği için müteşekkirimiz. Kel Arden, David Aylward, Daniel Boorstin, Frank Bristow, Brian Dias, George Finlay, Andrew Franknoi, Louis Friedman, A. L. Gabriel, Irving Gruber, Annie Guehenno, Jean-Marie Guehenno, Theodore Hesburgh, P. D. Hingley, Michael-Henri Lepaute, Bob Marcoux, Jerred Metz, Nancy Palmer, David Pepper, N. W. Pirie, George Porter, Roald Sagdeev, Alan Stahl,

Andy Su, Peter Waller, Jean Wilson, Eleanor York ve Robert Zend'e de minnettârız.

Halley KuyrukluYıldızının on üçüncü dönüşü ve yazılı insanlık tarihine göre daha önce hiç tanıklık edilmemiş kuyrukluYıldız Hale-Bopp'un tezahürü, bizi zamanımızın en önemli sorusuyla yüz yüze getirmektedir. Tam da uzay uçuşu yapan bir uygarlık halini aldığımızda ve tam da kendimizi yok edecek araçları geliştirdiğimizde ortaya çıkmaktadırlar. Aklımıza Yer'de kuyrukluYıldızlara şaşıp hayran kalacak hiçbir varlığın olmadığı milyarlarca yıl gelmektedir; umarız, en azından Güneş sönünceye kadar, böyle bir durumla bir daha asla karşılaşılmaz.

Çocuklarınızı bir kuyrukluYıldızı daha iyi görsünler diye omuzlarımızın üstüne oturtur ve böyle yaparak geriye, kayda geçirilmiş anıların çok daha öncesine kadar uzanan bir kuşaklar zincirine katılırız. Bu kadim ve en kıymetli sürekliliği korumaktan daha önemli bir dava yoktur.

-CARL SAGAN VE ANN DRUYAN
ITHACA, NEW YORK
6 AĞUSTOS 1985 VE
7 KASIM 1996

ı. bölüm kuyrukluyıldızların doğası

1. kısım

kuyruklu yıldız üstünde

Kâinat ne kadar da uçsuz bucaksız! Gezegenlerin doğuşunu görüyorum ve yıldızlar hızla geçip gidiyor, ışıklarıyla beslenen! Peki, onları sevk eden el nasıl bir şeydir öyleyse? Dünyalar etrafımda dönüyor. Ve ben bu kıpır kıpır kâinatın tam göbeğindeyim.

Oh, keyfime diyecek yok! Kendimi altımdaki sonsuz uzaklıkta kaybolan o sefil dünyadan daha üstün görüyorum; gezegenler etrafımda hopur hopur hopluyor –kuyruklu yıldızlar harlı kuyruklarını savurarak yanımdan geçiyor ve yüzyıllar sonra dönecek, hem de hâlâ uzayda yarışan atlar gibi koşarak. Bu enginlik bana huzur veriyor! Evet, bu gerçekten benim için yaratılmış; sonsuzluk beni her tarafımdan kuşatıyor. Büyük bir iştahla tadını çıkarıyorum.

–GUSTAVE FLAUBERT, SMARH, 1839, ÇEV. JIM LEBLANC

Bunlar eski zamanların karları, güneş sisteminin başlangıcının insan eli değmemiş kalıntıları, yıldızlararası karanlıkta donmuş halde bekliyor. Burada Güneş'in çevresinde belli belirsiz asılı kalmış vaziyette dönüp duran trilyonlarca kar kümesi ve buzdağı depolu. Ancak pervaneli küçük bir hava taşıtının ki kadar bir hızla yol alıyor, çok uzaktaki Yer'in mavi semalarında alçaktan uçuyor. Hareketlerinin yavaşlığı uzaktaki Güneş'in kütle çekimini² ucu ucuna dengeliyor ve çekişen cılız kuvvetlerin arasında asılı kalmış halde ilerlerken, o sarı ışık noktasının çevresindeki

2. TDK sözlüğüne göre bu terimin Türkçesi “yerçekimi”, Osmanlıcası da “câzibe-i arz”dır. Bilindiği gibi, bu kuvvet Yer’le sınırlı değildir. Evrendeki bütün cisimler ve kütlesi olan bütün parçacıklar birbirini çeker. Dolayısıyla “kütle çekimi” terimi daha kapsayıcı ve daha yerindedir. (ç.n.)

yörüngelerini tamamlamaları milyonlarca yıl sürüyor. Burada en yakın yıldızla aranızdaki mesafenin üçte biri kadar bir uzaklıktasınız. Daha doğrusu en yakın bir sonraki yıldızla: Dört bir tarafınızdaki karanlık göğün derin ve mutlak izbeliğine bakılırsa, besbelli ki Güneş yıldızlardan biridir. Gökteki en parlak yıldız dahi değildir. Sirius [Akyıldız] daha parlaktır, Canopus [Alfa Karina] da. Güneş denilen yıldızın çevresinde dönen gezegenler varsa bile, bu uzak hâkim noktadan bakıldığında onlara dair hiçbir belirti yoktur.

Söz konusu trilyonlarca buzdağı uzayda muazzam bir hacmi kaplar, en yakındaki sizden üç milyar kilometre, yani Yer’le Uranüs arasındaki mesafe kadar ötededir. Çok sayıda buzdağı vardır ve kapladıkları alan ki bu Güneş’i çevreleyen kalın bir kabuktur, hatır ve hayale gelmeyecek kadar uçsuz bucaksızdır. Çoğu güneş sistemi vücut bulduğundan beri buradadır; aşağıda, Güneş’e bitişik o yabancı ve hasmane bölgede, olup biten her türlü fesatlıktan tecrit edilmiştir.

Ara sıra Samanyolu’nun diğer ucunda çöken bir yıldızdan gelen kozmik ışının vurduğu hafif bir fiske dışında, burada pek bir şey yaşanmaz. Çok sakindir. Ne var ki bir şey *meydana gelmiştir*; bir kütle çekimi saldırısı vuku bulmuştur. Buna ne Güneş ne de muhtemel gezegenleri değil bir başka yıldız yol açmıştır. Onu orada görebilirsiniz, uçuk kırmızı bir ışık saçar. Güneş’e oranla daha sönüktür. Bu buzdağları bulutu Güneş’in Samanyolu Galaksisi içindeki hareketlerinde ona eşlik etmiştir. Ancak diğer yıldızların kendilerine özgü hareketleri vardır ve bazen kazara bize yaklaşırlar. Dolayısıyla zaman zaman, şimdi olduğu gibi, hafif bir kütle çekimsel gümbürtüyle birlikte bulut zangırdar.

Buzdağınızın Güneş’e pamuk ipliğiyle bağlanması nedeniyle, azıcık bir itiş veya çekiş onu yeni bir yörüngeye savurmaya yeter de artar. Komşu buzdağları –ki sizden çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük ve uzaktırlar– benzer etkiler altında kalmışlardır ve artık pek çok farklı yönle doğru hızla uzaklaşmaktadırlar. Bazıları onları geçmişte Güneş’e bağlayan kütle çekimsel prangalardan kurtulmuşlardır. Artık ezeli köleliklerinden azat olarak, yıldızlar arasındaki uçsuz bucaksız alanlarda yaşayacakları uzun ve maceralı yolculuklara çıkıyorlar. Ancak sizin buzdağınızın çarkıfeleği farklı bir yönde dönüyor: Öyle bir çekime maruz

kaldınız ki, artık düşüyorsunuz, ilkin yavaş yavaş ama gittikçe artan bir hızda –aşağıya, aşağıya, bu muazzam küçük dünyalar yığınının çevresinde ağır ağır döndüğü aşağıdaki o ışık noktasına doğru.

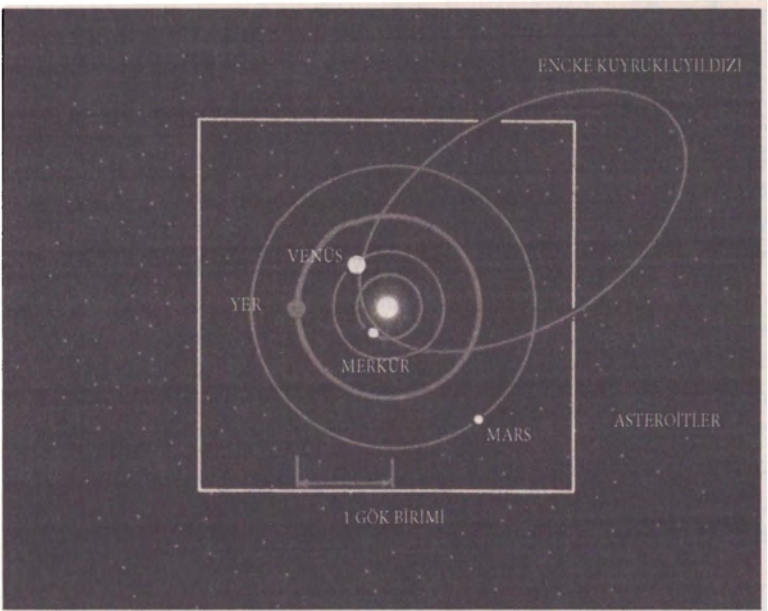
Üstünde durduğunuz buzdağı kadar sabra ve uzun bir ömre, ayrıca binlerce yıldan milyonlarca yıla kadar sürebilecek bir yolculuğa uygun bir yaşam beklentisine sahip olduğunuzu ve elinizde yeterli yaşam destek donanımı bulunduğunu zihninizde canlandırın. Parlak sarı yıldıza doğru düşüyorsunuz. Küçük dünyanız ve kardeşlerine bir ad verilmiş: Onlara kuyrukluyıldızlar deniyor. Sizin kuyrukluyıldız –belki o Hale-Bopp adlısı– buz krallığından Güneş’in yakınındaki cehennemi âleme gönderilen bir özel elçi.

Bir kuyrukluyıldız burada sadece bir buzdağıdır. Buzdağı daha sonra kuyrukluyıldızın sırf, çekirdek denilen, parçalarından biri halini alacaktır. Tipik bir kuyrukluyıldız çekirdeği bir baştan bir başa birkaç kilometredir. Yüzey alanı küçük bir şehir boyutlarındadır. Üstünde dikildiğinizde çok koyu, kızıl-kahve buzdan meydana gelen inceden inceye yontulmuş tepeciklerin hafifçe kavislenen çevre çizgilerini görebilirsiniz. Bu küçük dünyada ne hava ne bir sıvı ne de en azından görebildiğiniz kadarıyla –sizden başka– yaşayan bir şey vardır. İzleyen milyonlarca yıl boyunca her bir köşeyi, her bir tepeyi, her bir yarığı gözden geçirebilirsiniz. Gökyüzünün tamamen açık olması, önünüzde ilgilenmeniz gereken pek acil bir görev bulunmaması nedeniyle, sizi çevreleyen bir dizi muhteşem yanıp sönmeyen parlak yıldızı incelemeye de biraz vakit ayırabilirsiniz.

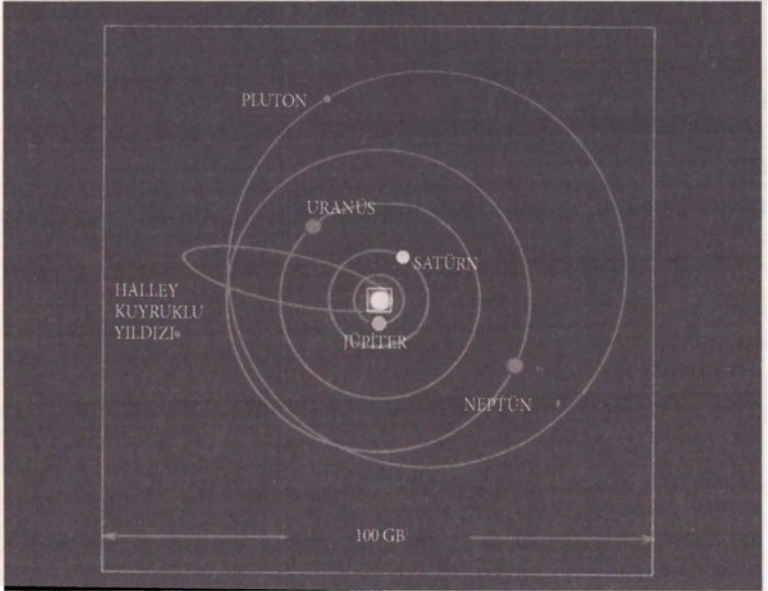
Güneş sisteminin ölçeği.

Resimler 1 ve 2:

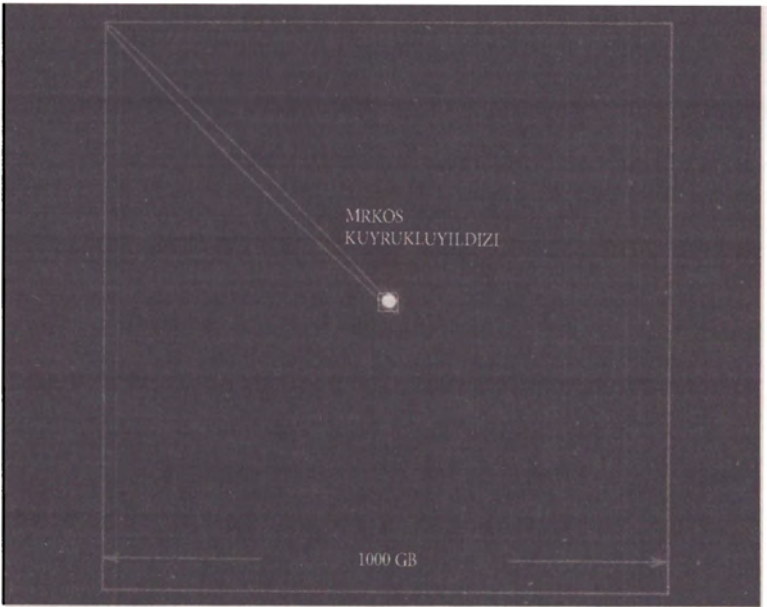
Resim 1: Merkezde Güneş’in olduğu, yerbenzeri gezegenler Merkür, Venüs, Yer ve Mars’ın yörüngelerinin dört eş merkezli çember halinde gösterildiği iç güneş sistemi. Mars’ın yörüngesinin ötesinde burada noktalar şeklinde gösterilen bir küçük asteroitler bulutu bulunmaktadır. Ayrıca Encke Kuyrukluyıldızının eliptik yörüngesi sergilenmektedir. Yer’in Güneş’ten uzaklığına -150 milyon kilometre



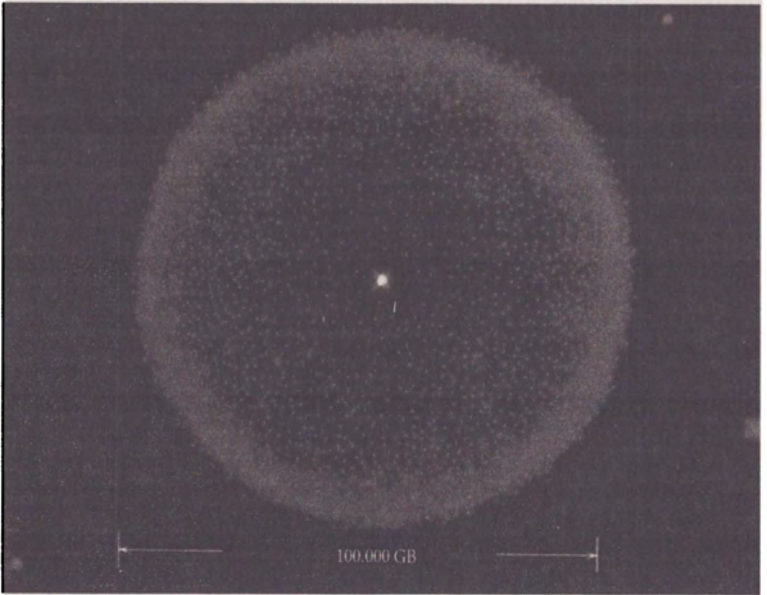
1. İç Güneş Sistemi



2. Dış Güneş Sistemi



3. Oort Bulutunun İç Kenarları



4. Oort Bulutu

veya 93 milyon kara mili- 1 Gök Birimi (GB) adı verilir ve ölçekte gösterilmiştir. Resim 2: Bugün bilindiği haliyle güneş sisteminin gezegenler bölümünün sınırları. Bir önceki şeklin sınırı bu diyagrama yerleştirilen merkezdeki küçük karedir. Burada gösterilenler dev gezegenler olan Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün'ün yanı sıra küçük gezegen -çoğu zaman en dıştaki gezegen olan ancak geç yirminci yüzyılda Güneş'e Neptün'e kıyasla bir parça daha fazla yaklaşan- Plüton'un eş merkezli yörüngeleridir. Bir hayli eliptik yörünge, günötesinde Neptün'ün yörüngesinden daha uzakta yol alan Halley Kuyrukluysıldızına aittir. Diyagramın ölçeği 100 Gök Birimi'dir.

Resimler 3 ve 4:

Resim 3: Oort Bulutunun iç kenarı. Güneş sisteminin gezegenler bölümü merkezdeki küçük karenin içindedir ve burada uzun devirli bir kuyrukluysıldızın hayli eksantrik yörüngesi gösterilmiştir. Hale-Bopp'un yörüngesi az çok benzerdir. Noktalar, Güneş'ten muhtemelen 100 GB'den biraz daha az bir uzaklıkta başlayan kuyrukluysıldız bulutunun iç kenarını yansıtmaktadır.

Resim 4: En büyük ölçeğinde güneş sistemi. Daha önceki üç şekil bu resmin merkezindeki, Güneş ve gezegenlerin bulunduğu gözle görülemeyecek kadar küçük, noktanın içindedir. Güneş'i 100,000 Gök Birimi kadar uzaklıktan çevreleyen, Oort Bulutu adı verilen büyük bir küresel kuyrukluysıldız kümesidir. Bulut Güneş'le en yakın yıldızlar arasındaki mesafenin yarısına kadar uzanmaktadır. Diyagramlar Jon Lomberg/BPS tarafından üretilmiştir.

Altınızdaki karın dayanıksızlığı yüzünden ayak izleriniz de-rindir. Az sayıda yerde arazi o kadar kırılıgandır ki, eğer üstünde tedbirsizce yürürseniz -Yer'in efsanevi akarkumundaki gibi- belki metrelerce aşağıdaki koyu gölgeli buzun içine gömülürsünüz. Gerçi gömülüştünüz yavaş yavaş, neredeyse ağır ayak olacaktır çünkü kütle çekiminin, yani bu kuyrukluysıldızın üstünde hissettığınız aşağı yönlü kuvvetin yol açtığı ivme Yer'in bildik 1 g'sinin³ ancak birkaç yüz binde biridir.

Düşük kütle çekimi daha sağlam bir zeminde sizi eşi benzeri bulunmayan atletik hüneler sergilemeye özendirebilir. Ancak dikkat etmelisiniz. Eğer pergellerinizi bile bile bu kadar açarsanız, kuyrukluysıldızdan büsbütün kopabilirsiniz. Azıcık bir çabayla, ayakta dururken uzaya doğru otuz kilometre sıçrayabilirsiniz. Gezingenizin tepe noktasına aşağı yukarı bir haftada varırsınız. Orada, hafifçe yuvarlanırken, altınızda yavaş

3. Yer'in kütle çekim kuvveti nedeniyle yüzeyinde hissedilen ivme: Yaklaşık 9,8 m/s². (ç.n.)

yavaş dönen ve eksenini tesadüfen neredeyse Güneş'i işaret eden kuyruklu yıldızın etrafı bir manzarasını elde edersiniz. Yamru yumru şeklini seçebilirsiniz; kuyruklu yıldız mükemmel bir küre olmaktan uzaktır. Muhtemelen haddinden fazla yükseğe sıçradığınızı düşünür, kuyruklu yıldız geri gidemeyip sonsuza kadar bir başınıza uzayda sürükleneyeceğiniz tasasına kapılırsınız. Ama hayır, uzaklaşma hızınızın gitgide azaldığını ve sonuçta, bu mütevazı çabadan on veya on iki gün sonra gerisineri loş karların üstüne hafifçe düşersiniz. Bu dünyada fena halde güçlüsünüzdür.

Kendinizi küçük bir parabolik gezingeye fırlatmadan adım atmanızın imkânsızlığından, takım oyunları eziyetli bir şekilde oynanacak; oyuncu kümesi, bir greyfurtu ölçüp biçen sivrisinek sürüsü misali, kuyruklu yıldız çevreleyen uzayda yükselecek ve etrafında fırıl fırıl dönecektir. Bir beyzbol karşılaşmasının sonuçlanması yıllar sürecektir –bunun pek mahzuru yoktur çünkü vakit öldürmeniz gereken milyon kadar yılınız vardır. Ancak oyunun kuralları alışılmışın dışında olacaktır.

Karı toparlayıp sıra dışı esmer bir kartopu haline getirerek bir daha geri gelmeyecek şekilde kuyruklu yıldızın üstünden atabilirsiniz. Bileğinizi hafifçe hareket ettirerek, atış sırasında kolunuzu bile kıpırdatmadan, yeni bir kuyruklu yıldız iç güneş sistemine doğru uzun sürecek, ona özgü düşüş gezingesine fırlatabilirsiniz. Kuyruklu yıldızınızın ekvatorunun epeyi yukarılarındayken, bir kartopuna hafifçe vurup onu sonsuza kadar aynı yüzey noktasının üstünde asılı kalabilecek bir yörüngeye oturtabilirsiniz. Uzayda durağan bir nesneler dizisi, uçsuz bucaksız, görünüşte hareketsiz, kuyruklu yıldızın yüzeyinin tepesinde asılı kalan üç boyutlu bir kolaj yaratabilirsiniz.

Binlerce yıl geçerken, sarı yıldızın gökteki açık arayla en parlak yıldız halini alıncaya kadar gitgide daha da keskinleştiğini fark etmemek elinizde değildir. Doğuştan gelen destansı bir sabra sahip olsanız bile, yolculuğunuzun ilk evresinde yüreğiniz şişmiştir. Birkaç milyon yılda hemen hemen hiçbir şey vuku bulmamıştır. Ama artık en azından etrafınızı daha net görebilirsiniz. Altınızdaki buzlu zemin pek değişmemiştir. Yolculuk o kadar uzun sürmüştür ki, civarınızdaki birçok yıldızın konumlarında farklılıklar meydana geldiğini saptar, hatta parlaklıklarının da

değiştğini düşünürsünüz. Dünyanız artık daha hızlı hareket ediyordur. Ancak bunun dışında her şey durgun, sessiz, soğuk, karanlık ve tekdüzedir.

Kuyruklu yıldızın yolu önünde sonunda başka türden nesnelerin yörüngeleriyle kesişir. Bunlar da onun gibi o davetkâr ışık noktasının kütle çekimine kapılmışlardır ama çok daha büyük kitlelerdir. Onların yakınından geçerken bariz bir şekilde yan yatarsınız. Kütle çekimleri o kadar büyüktür ki, muazzam atmosferlere sahiptirler. Oysa kuyruklu yıldızınız o kadar güçsüzdür ki, herhangi bir gaz üfürüğü neredeyse anında uzaya kaçır. Çok renkli bulutlarla kaplı dev gaz gezegenlerine eşlik eden küçük, havasız dünyalardan, bazıları buzdan mürekkep –göğünüzü kaplayan devasa hidrojen topundan daha ziyade kuyruklu yıldızlarla akraba– bir maiyet vardır.

Güneş'in sıcaklığının arttığını hissedebilirsiniz. Kuyruklu yıldız da hisseder. Küçük kar parçaları yerinde duramaz, yumuşarlar, dengesiz hale gelirler. Bu parçaların üstünden toz taneleri havaya kalkar. Cılız kütle çekimi göz önünde tutulursa, hafif gaz üfürüklerinin bile buz ve toz tanelerini göğe doğru savurması şaşırtıcı değildir. Yerden güçlü bir fışkırık çıkar ve ince bir parçacık fıskiyesini tepenizin çok üstüne doğru fırlatır. Buz kristalleri güneş ışığında hoşça parıldar. Bir süre sonra zemin yumuşak bir karla kaplanır. İleriye doğru atılıp, artık tekeri kolaylıkla fark edilen güneşe yaklaştıkça, böylesi üfürükler gitgide sıklaşır. Havada yaptığınız gezintilerinizin birinde elinize aktif bir fışkırık, yerden taşan bir gayzer görme fırsatı geçer. Yanına yaklaşmazsınız. Ama bu size bu minicik dünyanın dengesizliğini –tamı tamına bir barut fıçısı gibi olduğunu– hatırlatır.

Uzayın çok uzaklarındaki kristal dizilerinin keşif kolları ve öncüleri görünmez bir etki tarafında geri üfürülmektedir. Üstünde yolculuk ettiğiniz kuyruklu yıldız çekirdeği sonuçta toz parçacıkları, buz kristalleri ve gazdan oluşan bir bulutla sarılır ve arkanıza doğru geri üfürülen kütle yavaş yavaş uçsuz bucaksız ama ince bir kuyruk meydana getirir. Gayzerleri ortaya çıkaran o dengesiz buz türlerinden uzakta, sağlam bir zemin üstünde duruyorsanız, hâlâ epeyi açık bir gökyüzü görebilir ve yıldızlar aracılığıyla hareketinizin izini sürebilirsiniz. Büyük fışkırıklar patladığında yerin kıpırdadığını hissedersiniz. Sağda solda buz

[makaslama sonucu] çatlamış veya yarılmış veya çökmüş, çeşitli renk ve koyulukta girift bir şekilde üst üste sıralanmış katmanları gün ışığına çıkarmıştır. Bu kuyruklyıldızın milyarlarca yıl önce yıldızlararası döküntülerden inşa edilişinin tarihsel bir kayıdır. Yıldızlara bakarak, küçük dünyanın bir miktar ani ve hızlı hareket ettiğini, ne zaman bir gayzer fışkırsa aksi yöne doğru sektiğini anlayabilirsiniz. İnce parçacıklardan meydana gelen fıskiyelelerin dağınık gölgeleri yere düşer ve artık –çoğu hâlâ mütevazı boyutlardaki– bunlardan yeterli sayıda bulunduğundan karamsı buz alanı alacalı, lekeli bir görünüş kazanmıştır.

İnce, buzlu taneler gitgide korkunçlaşan güneş ışığıyla ısınınca çok kısa bir sürede buharlaşacak ve sadece içerdikleri koyu taneler katı kalacaktır. Kuyruklyıldızının tözü gözünüzün önünde gaza dönüşmektedir. Güneş ışığıyla aydınlanan gaz ürkütücü bir şekilde parlamaktadır. Artık sadece bir değil birkaç kuyruğun olduğunu fark edersiniz. Düz mavi gaz kuyruklarıyla kavisli sarı toz kuyrukları vardır. Başlangıçta fışkırık hangi yönde çıkarsa çıksın, o görünmez el onu Güneş'ten uzağa taşır. Fışkırıklar kesintili bir şekilde ortaya çıktıkça ve tepenizdeki sütunlar kuyruklyıldızın dönüşü nedeniyle kavislendikçe, gökyüzünde bir rokoko yazısı vücut bulur. Ancak havadaki her şeye görünmez güçler, ışık basıncı ve Güneş'ten gelen rüzgâr tarafından durmadan yeni bir yön verilir. Güneş rüzgârı sanki kesik kesik esmektedir. Bu yüzden filizlenen kuyruklar zaman zaman meydana gelir, birleşir, ayrılır ve ortadan kaybolur ve daha parlak kümeler önce aniden ivme kazanır sonra da Güneş rüzgârının aksi yönüne doğru hız keser. Rüzgâra doğruysa gaz ve ince parçacık tabakaları göz açıp kapayıncaya kadar görünüşleri değişen karmaşık ve enfes duvaklar oluşturur. Bu bir tür kutupsal masal âlemdir ve güzelliği sizi bir an için ne kadar tehlikeli bir hal aldığı gerçeğinden uzaklaştırır.

Çok miktarda buzun buharlaşması nedeniyle, kuruyan fışkırıkların civarındaki zemin gevrek, narin, kırılğan ve çoğu zaman milyarlarca yıl önce birbirine yapışmış bir ince parçacık matrisinden başka bir şey değildir. Çok geçmeden, ezelden beri onları sıkboğaz etmiş güneş ışığına ağır canlılıkla direnmiş kar tepeleri kıpırtı belirtileri göstermeye başlar. İçten içe bir hareketlenme vardır. Yer yamulur. Uzaya belli belirsiz gaz üfürükleri

salınır, ardından aynı anda birçok gayzer fışkırır ve bütün bu kuyruklu yıldız çekirdeği yüzeyinin hiçbir yerinde güvenli bir sığınak bulunmadığını anlarsınız. Kuyruklu yıldız milyarlarca yıl süren bir trans halinden çıkmış, şiddetli ve aşırı bir cinnet getirmektedir.

Kuyruklu yıldız daha sonra, Güneş'in yanından geçip yıldızlararası karanlığa doğru uzaklaşınca, kuyruğunu kaybedip durulacaktır. Yörüngesi onu bir gün tekrar iç güneş sistemine taşıyacaktır. Belki milyonlarca yılın ardından, Güneş'in yakınından geçeceği gelecekteki bir gün, buzun bütün dış katmanlarının ısıyla çoktan buharlaşmış oluşu nedeniyle yüzeyi daha güvenilirdir bir hal alacaktır. Sadece tozlu ve taşlı şeyler kalacaktır. Bir kuyruklu yıldız, birçok geçişten sonra, daha az etkindir, daha az fışkırık üretir, daha az çarpıcı bir kuyruk yaratır. Yaşlandıkça yola gelir. Ne var ki siz yeni bir kuyruklu yıldızın üstündesiniz ve anaforlu gayzerler semaları toza boğuyor. İlk yolculuklar her zaman en tehlikelileridir.

Hâlâ Güneş'in yakınlarında sefer ediyorsunuz ve tepenizdeki gökyüzü puslansa da sıcaklık yükseliyor. Ancak etrafınızı çevreleyerek güneş ışığını dağıtan ince, parlak parçacıklardan mürekkep toz bulutu aynı zamanda onu gerisingeri uzaya yansıtmaktadır. Ayrıca buz buharlaşırken aksi takdirde ısıya dönüşecek enerjiyi kullanmaktadır. Bu koruma olmasa kuyruklu yıldız çekirdeği de siz de fena halde ısınabilirdiniz.

Artık Güneş'in çevresinde dönüyorsunuz, depara kalkıyor, bu tehlikeli düzen içinde son sürat ilerliyorsunuz. Asla bu kadar hızlı hareket etmediniz. Yer çatırdıyor ve buruluyor, yeni yeni fıskiye fışkırıyor, şiddetle. Güneşe bakan yanı ufalanan, buharlaşan ve parçalarını uzaya fırlatan bir buz tepeliğinin gölgede kalan eteğine sığınıyorsunuz. Ancak sonunda aktivite diniyor ve semalar kısmen açılıyor. Güneş evvelce önünüzdeydi; şimdiyse arkanızda, kuyruklu yıldız çekirdeğinin öteki tarafında.

Sizi çevreleyen pustaki bir aralıktan küçük, beyaz bulutlu ve bereli tek bir aya sahip mavi bir dünyanın yakınından geçtiğinizi fark ediyorsunuz. Bu bilinmeyen bir devirdeki Yer'dir. Orada başlarını kaldırıp semalarında bu görünmeyi fark eden, Güneş'in aksi yönünde uzanan muazzam sarı ve mavi kuyruklara, uzaya

püskürtölüp duran ince taneli maddelerin karmaşık çarkıfelek⁴ şekilli örüntülerine dikkat edip ne anlama geldiğini merak eden canlılar bulanabilir. Hatta bazıları bunun ne olduğunu merak edebilir.

Ne kadar yakınından geçtiğinize hayret edersiniz ve aklınıza önünde sonunda bir kuyruklu yıldızın küt diye bu küçük gezegene çarpacağı gelir. Elbette Yer bu çarpışmaya dayanır. Gerçi hazır bulunanlarda kesinlikle ufak tefek değişiklikler ortaya çıkacaktır; bazı canlı türleri tükenecek, bazılarıysa yeni yeni gelişecektir. Ama kuyruklu yıldız yok olacaktır. O atmosferin derinliklerine düştükçe düşecektir, büyük parçalar, çekirdeğin bütün bütün tepeleri kopacaktır, yarıklardan sızan alevler saklı iç tarafını yalayacaklardır. Kuyruklu yıldızın, belki de muazzam bir patlamaya yetecek kadarı baki kalacak, aşağıda büyük bir çukur açacak ve yüzeyden havaya bir toz bulutu kaldıracaktır. Ne var ki, bizzat kuyruklu yıldızın kendisi, buzların tamamı uçup gidecektir. Geride topu topu yabancı topraklara kuşyemi veya saçma gibi dağılan ince, koyu tanelerin çisentisi kalacaktır.

Ancak, merak etmeyin, bir dünyaya çarpma ihtimal dışı bir vakadır. Güneş'in etrafından döndüğünüz bu sefer, ne olursa olsun, ender gezegenler arası toz tanelerinden, alevler âleminde hızla ilerlerken tözlerini tüketen eski kuyruklu yıldızların kalıntılarından daha büyük başka bir şeyle tokuşmayacaksınız. Mavi gezegene son bir defa bakış atıp, sakinlerine sessizce iyi dileklerde bulunacaksınız. Onlar belki kuyruklu yıldızınız oradan ayrılır ayrılmaz semalarını nispeten sönük ve kasvetli sayacaklar. Size gelince, dönüş gezingesine girdiğiniz, öldürücü ısı ve ışıktan çıktığınız gibi, ara sıra gelip geçen bir yıldız veya toz bulutunun bir şansızlık eseri itip kakması dışında kuyruklu yıldızların son- suza kadar yaşayabilecekleri, o huzur dolu soğuk ve karanlığa geri gittiğiniz için rahat bir nefes alacaksınız.

Artık uzun ve enfes kuyruklu yolculuğunuz sırasında önünüzden gidiyor; Güneş'ten gelen rüzgârsa arkanızda.

4. Yakıldığında dönerek kıvılcım saçan donanma fişeği. (ç.n.)

2. kısım alamet

*Eğer geldiğinizde hükümdarlar kaybolacaksa,
Kuyrukluyıldızlar! Her gün gelin –ve yıl boyu kalın.*

–SAMUEL JOHNSON, “BAYAN THRALE’YE MEKTUP”, 6 EKİM 1783

*Genelde üzerinde görüş birliğine varılan tanım şu olmalı: {Bir kuyruk-
luyıldız} etrafından boşanan alevleri peşinden sürüklediğine tanıklık
edilen acayip görünüşlü alışılmadık bir yıldızdır...*

–SENECA, NATURALES QUAESTIONES [DOĞA ARAŞTIRMALARI], 7. KİTAP,
“KUYRUKLUYILDIZLAR”

Yer’in semalarını zaman zaman süsleyen kuyrukluyıldızların ihtişamına bir milyon yıldır veya daha uzun bir süredir hayranlık duyan insan gözlemciler vardı. Çıplak gözle seçilebilen anılmaya değer kuyrukluyıldızlar ortalama on yılda bir, bir ömür boyunca birkaç defa ortaya çıkmıştır. Atalarımız insanların Yer’de bulunuş süresi içinde yüz bin defa dağınık bir ışık çizgisi görmüş olmalı; geceleri gitgide parlaklaşan, bazen en parlak yıldızları bile gölgede bırakan ve ardından, haftalar veya aylar sonra, yavaş yavaş gözden kaybolan. Yüz bin tezahür. Buna rağmen elimizde herhangi bir kuyrukluyıldızla ilgili son üç veya dört binyıl öncesinden daha eski tek bir somut anı yoktur. Bu bakımdan, birçok açılarından olduğu gibi, unutkan bir türüz. Geçmişimize yabancılaşıyoruz. Atalarımızın, semaların alışılmış sükûneti bu kadar çarpıcı bir şekilde sekteye uğradığında ne düşündüğü hakkında ancak akıl yürütebiliriz.

Çünkü insanlar bu sürenin büyük bir bölümünde gökyüzüyle bugünkünden katbekat daha yakın bir ilişki içindeydiler. Orada bulunanlar hakkında onlardan daha fazla bilgiye sahibiz belki ama onlar bizden çok daha fazla onun parçasıydılar. Yıldızlar altında uyuyorlardı. Ne zaman konaklayacaklarını ve ne zaman yollarına devam edeceklerini, göçmen av hayvanlarının yolunu ne zaman bekleyeceklerini ve yağmurlarla kuru soğukların ne zaman bastıracağını tahmin etmek için gözlerini gökyüzüne dikeyyorlardı. Gökyüzünü, isabetli bir şekilde, hayatları ona bağlıymışçasına gözlediler ama aynı zamanda karmaşık güzelliğiyle onları etkileyen bir bilmece olması nedeniyle de. Semalara mit adı verdiğimiz hipotezler, açıklamalar ve mecazlar atfettiler. Parlak bir kuyrukluyıldızın tezahürü hayranlık ve kurgu için tekrarlanan bir vesiledir ve kuyrukluyıldızlar kendimizi bulma sürecinde, bilinçlenme yolundayken işte bizi böyle, hiç değilse azıcık, dürtmüştü.

Kuyrukluyıldızlar bir tür psikolojik yansıtma testiydi –günlük dille tarif etmeniz gereken bütünüyle alışılmadık bir şey. Zaire’deki Tshi halkı kuyrukluyıldızlara “saç yıldızları” adını verir. Ayrıca –çoğu modern dilde aynı olan– kuyrukluyıldız kelimesi Yunanca saç kelimesinden gelir. Bir kuyrukluyıldız dökülen saç örgüsünü akla getirir. Çinliler kuyrukluyıldızlara “süpürge yıldızlar” ve birçok başka şey gözüyle bakmışlardı. Onlara diğer kültürlerde “kuyruk yıldızları” veya “uzun tüylü yıldızlar” denir. Bilim insanları kuyrukluyıldızları bugün hâlâ “kuyruklu” diye tanımlarlar. Tongalara göre kuyrukluyıldızlar “toz yıldızlarıdır” ki bu doğruya epey yakındır. Aztekler onları “tüten yıldızlar” saymışlardı. Bantu-Kavirondolar arasında bütün kuyrukluyıldız tezahürleri aynı kuyrukluyıldızın geri gelişleridir: “Tek bir kuyrukluyıldız vardır, pipolu Awori⁵, o en korkulandır.”

Kuyrukluyıldızları üstüne alınmamak zordu. Hemen hemen herkes tedirginlik duymuştu. Her tezahürü tanrılardan yöre sakinlerine gelen bir mesaj diye yorumlama eğilimi on altıncı yüzyıla kadar neredeyse her kuyrukluyıldız kaydına sinmiştir. Onca çeşitli kültür, hem de gezegenin her yerinde, nadiren bu kadar iyi anlaşmıştır. Dünya tarihinde ensest veya bebek katli taraftarı toplum sayısı kuyrukluyıldızların iyicil veya hiç

5. Aynı zamanda Nijerya’daki bir Yoruba kabilesinin adıdır. (ç.n.)

değilse nötr olduğunu düşünmüşlerden katbekat fazladır. Kuyrukluyıldızlara, birkaç istisna dışında, Yer'in dört bucağında istenmeyen değişikliklerin, kör talihin, kötülüğün habercileri gözüyle bakılmıştır.

Afrika'nın kabile halklarından her biri kuyrukluyıldızlarla ilgili ilk algılarımızdan bir şeyi mitlerinde ebedileştirmişlerdir. Bir kuyrukluyıldız, Doğu Afrika'nın Masailerine göre açlık; Güney Afrika'nın Zulularına göresavaş, Nijerya'nın Eghaplarına göre kıran; Zaire'nin Djagalarına göre özellikle çiçek hastalığı ve komşuları Lubalara [veya Balubalar] göreyse bir liderin ölümü anlamına gelirdi. Yukarı Omuramba'nın yani bugünkü Namibya'nın !Khung'ları iyimserlikleri bakımından yalnızdılar. Onlar kuyrukluyıldızı gelecekteki iyi zamanların teminatı diye görmüşlerdi. Bu o kadar alışılmadık ölçüde neşeli bir yorumdur ki haliyle !Khung'ların kim olduklarını soracaksınız. ("!", "K" harfini telaffuz ettiğiniz anda dilinizi damağınıza dokundurarak çıkardığınız şaklama sesini yansıtır. Pratik gerektirir.) Uzun süreli insan normuna neredeyse günümüzdeki herhangi bir başka kültürden daha yakın zengin bir kültüre sahip avcı-toplayıcı bir halktır. Dolayısıyla !Khung'ların doğayla –veya kendileriyle– ilgili, geri kalanımızın unuttuğu, bir şeyi bilip bilmediklerini merak edersiniz.

Kuyrukluyıldızlar üzerine edebiyatta çok yoğun bir hüznü vardır. Melankoli tutarlılığı sayesinde felaketin hep yaygın olmuş olduğunu fark ederiz; öyle ki, herhangi bir zamanda Yer'in herhangi bir noktasından izlenen herhangi bir kuyrukluyıldız mutlaka bir trajediden sorumlu tutulmuştur. Kuyrukluyıldızlarla talihsizlik arasındaki bu bağlantı bir kuyrukluyıldıza⁶ dair bugüne kadar ulaşan en eski bahiste, MÖ on beşinci yüzyıldan kalma tek bir Çin cümlesinde de kurulmaktadır:

Chieh sadık danışmanlarını idam ettirdiğinde bir kuyrukluyıldız ortaya çıktı.

6. Birçok daha yakın tarihlilerinde de. Otuz beş yüz yıl sonra, kuyrukluyıldızlarla yıkım arasında bağ kurulmaya devam edilmektedir. 15. ve 16. Kısımlarda dinozorlar ve birçok diğer türün neslinin tükenmesinden kuyrukluyıldızların sorumlu olup olmadığıyla ilgili mevcut bilimsel tartışmayı ele alıyoruz. Hatta –bugün bir kuyrukluyıldızın semalarımızdaki varlığını tarif etmek için kullandığımız– “tezahür” kelimesi bile kuyrukluyıldızlara dair, netameli ve doğaüstü imalar içeren, ezeli inancımızın bir yankılanmasıdır.

Resmi vefasızlık ve cinayeti astronominin ilk canlanmasıyla ilişkilendiren bu kelimeler Musa'nın dünyaya gelişinden iki yüzyıl önce yazılmıştı. Üç yüz yıl sonra bir başka yazar şunu kaydetmişti:

Kral Wu Wang Kral Chou'ya karşı savaş açtığında kuyruğu Yin halkını işaret eden bir kuyruklu yıldız ortaya çıktı.

Yin [veya Shang] halkının başı beladaydı.

Kuyruklu yıldızların felakete yol açtığına dair fikir birliği vardı ama birini görür görmez ne yapılacağı konusunda uyuşulamıyordu. Üstat Tso Ch'iu-ming'in MÖ 400'le 250 arasında yazdığı *Genişletilmiş İlkbahar ve Sonbahar Vakayinamelerinde* "Yen Tsu Kuyruklu yıldızların Yol Açacağı Felaketi Önlemekte Duadan Yararlanmaya Karşı Çıkmaktadır" başlıklı bir madde vardır:

{MÖ 516} yılında Ch'i [veya Qi] hükümdarlığında bir kuyruklu yıldız ortaya çıktı. Ch'i hükümdarı ruhbanını yakarsınlar diye göge göndermek istedi. Yen Tsu, "Boşuna. Sadece kendini kandırıyorsun. Göğün sana felaket mi meymenet mi bahşedeceği belirlenmiştir; değişmez. Duanın herhangi bir şeyi değiştireceğini nasıl umabilirsin? Bir kuyruklu yıldız süpürge gibidir. Kötülüğün silip süpürülmesine delalet eder⁷. Herhangi bir kötülük yapmadıysan neden yakarasın ki? Kötü bir şey yaptıysan, dua etmek felaketi önlemez. Duacı Ruhban'ın emeği akıbeti değiştirmez." diyerek aklını çeldi.

Hükümdar bunu duyunca bayram edip yakarışın durdurulmasını buyurdu.⁸

Kuyruklu yıldız gözlemlerinin erken tarihine dair bir araştırma neredeyse bin yıl boyunca Çinlilerin dışında herkesin erken yattığı izlenimini vermektedir. Çinliler kabaca MÖ 1400'le 100 arasında en az 338 ayrı tezahürü kayda geçirmişlerdi. MÖ 240'tan beri Halley Kuyruklu yıldızının dönüşünü bir kere, o da MÖ 164'te kaçırmışlardı. Komşuları Koreli ve Japonlar değerli ama katbekat daha aralıklı bir şekilde gözlemde bulunmuşlardı. Batı'daysa on beşinci yüzyıla kadar ortada kuyruklu yıldızların sistemli gözlemine yaklaşan hiçbir şey yoktur.

7. Bu bir kelime oyunudur. Çince kuyruklu yıldızın pek çok ideogramından biri de "süpürge yıldızdır".

8. Çince İlgilizce Heather Smith ve Xie Young tarafından çevrilmiştir.

1970’lerde, Changsha civarında bulunan Mawangdui’deki “Üç Numaralı Mezar” kazısı Çinlilerin bu alandaki en çarpıcı öncelik örneğini gün ışığına çıkarmıştır –bu ipek üstüne çizilen resimli bir kuyrukluyıldız türü el kitabıdır. Bulutlar, seraplar, haleler ve gökkuşakları hakkında, MÖ 300 civarında derlenen daha kapsamlı bir eserin parçasıdır. Görünüşlerine ve her birinin geleceğini haber verdiği farklı kargaşa cinsine göre sınıflandırılan, yirmi dokuz kuyrukluyıldız gösterilmektedir. Kuyrukluyıldızlar için bilinen Çince otuz beş farklı addan on sekizine burada yer verilmiştir. Dört kuyruklu “dünyada hastalık”, üç kuyruklu “ülkede badire” baş göstermesine delalet eder. Sağa doğru kavislenen iki kuyruklu bir kuyrukluyıldızsa “küçük bir savaş” habercisidir, gerçi hiç değilse [o dönemde] “bol bol mısır olacaktır”.

29 farklı kuyrukluyıldız türünü bir katalogda toplamak ne kadar vakit alır acaba? Günümüze kadar ulaşan Çin vakayinamelerine 3.000 yıl boyunca kaydedilen 338 ayrı gözlemden hareket edilirse, çıplak gözle görülebilen bir kuyrukluyıldızda dair ortalama keşif sıklığı on yılda birdir –ki bu da bugünkü değerlerden çok uzak değildir. 29 türün her biri aynı sıklıkta ortaya çıksa, hepsini görmek için $29 \times 10 = 290$ yıl beklemeniz gerekir. Ancak bazı kuyrukluyıldız türlerine diğerlerine göre daha ender rastlanır. Bu nedenle, eğer resmi çizilen her tür farklı bir kuyrukluyıldız karşılık geliyorsa, Mawangdui atlası daha eskiden, epey bir yüzyıl öncesinden, belki de binyıllarca öncesinden beri süregelen bir sistemli gözlem geleneğinden kaynaklanıyor olmalıdır. Onun için, kuyrukluyıldız türlerini kaydetmeyle ilgili bu fevkalade gelenek büyük ihtimalle MÖ 1500 veya daha öncesine dayanıyordur. Kuyrukluyıldızların en eski yazılı ve en eski grafik tasviri üzerinden bundan ötürü bu kadar zaman geçmiştir veya en azından anca aynı devir boyunca meydana getirilmiştir. Belki o zamanlar ilgilerini çeken sıra dışı bir kuyrukluyıldız vardı.

Mawangdui ipeğine duyduğumuz hayranlık, birkaç kalın fırça darbesiyle resmedilmelerine rağmen, kuyrukluyıldızların modern fotoğraflarıyla hiç değilse kabaca tutarlı olan tasvirlerin kendilerini dikkate aldığımızda daha bir artmaktadır. O gözlemciler gördüklerini çizdiler. Bu imgelerin ciddiyetini

kavramak için 1528 KuyrukluYıldızının Avrupa'ya ait ağaç baskı resmiyle (Resim 6) kıyaslamak yeter de artar. Çinlilerinkinde ne ejderhalar ne şeytanlar ne de işkence gereçleri vardır, sadece kuyrukluYıldızlar.

KuyrukluYıldızların Çinlilerin epeydir vaktini almaya devam etmesini araştırmamız, bize Çinlilerin başı çektikleri bir başka alanı hatırlattı: Havai fişeklerin icadı. Antik Çinliler havai fişekleri bir kuyrukluYıldızdan ötekine kadar geçen uzun ve bıktırıcı zaman zarfında semaları süslemek için geliştirmiş olamazlar mı? Füzerler [fişekler] ve kuyrukluYıldızlar o dönemde birbirleriyle bağlantılı değillerdiyse bile, bugün aralarında kesinlikle bir bağlantı vardır (6. ve 18. Kısımlar).

Antik Çinliler kuyrukluYıldızlar hakkında bir yığın kapsamlı, eksiksiz ve ayrıntılı veri toplamışlardır. Yüzlerce tezahürle ilgili şu bilgi öğelerinin çoğu kataloglarında yer almaktadır: Bir tarih, kuyrukluYıldızın türü, ilk görüldüğü takımyıldızı, müteakip hareketi, rengiyle görünürdeki uzunluğu ve kaybolmadan önce geçen zaman. Kimi defa kuyrukluYıldızın kuyruğunda günü gününe meydana gelen değişiklikler de kaydedilmiştir. Ancak bütün bunlara rağmen, kuyrukluYıldızların gerçek nitelikleri hakkında zerre kadar fikre sahip değillerdi. Bu tamamen Batı'nın bir başarısı olacaktı. Gerçi buna çok uzun bir süre sonra erişeceklerdi. Batı'nın Rönesans öncesi kuyrukluYıldız astronomisi –özellikle İonya, Atina ve Roma'da– nöbetler halinde ara sıra yaşanan bir zihin açıklığı kroniğidir. Üstelik zihin açıklığı ikide bir katbekat daha uzun sürdüğü gibi, cehalet, batıl inanç ve gafletten geçilmeyen kasavet dönemleriyle kesintiye uğramıştır.

Batı'daki kuyrukluYıldızlarla ilgili en eski açık bahisler bugünkü Irak'ta ortaya çıkmıştır. Günümüze kadar ulaşan Babil kaynaklı az sayıdaki bilgi kırıntısı hatırlamıza Afrika ve Çin muadillerini getirmektedir. Örneğin MÖ on ikinci yüzyıldan, I. Nabukadnezar'ın zamanından kalan şu cümle:

Bir kuyrukluYıldız Güneş'in yolunu tuttuğunda, Gan-ba⁹ küçülecek, iki defa kargaşalık baş gösterecektir...

9. Antik Mezopotamya "yazılarını" deşifre eden uzmanlara göre bu terim "tarife", "fiyat karşılığı", "değer", "mübadele değeri" vs anlamına gelmektedir. Her hâlükârda kastedilen ticarettir. (ç.n.)

İnsan Kaderinin Küçük Söz Sahibi

Sonbahar orkideleri, göz kamaştırıcı cangıl
Sofanın altında dal budak salan hayat.
Yeşil yapraklar, beyaz baharlar
Yoğun ve rayihalı bir koku sizi hazırlıksız yakalar.
Herkesten sevimli çocuklar gelir.
Neden o halde Tanrım, bu kadar şiddetli bir keder?

Sonbahar orkideleri, taze ve gür
Yeşil yapraklar, erguvan gövdeler.
Sofa güzel insanlarla dolu
Ansızın benimle yalnız, anlamlı bir bakış.

Tek laf etmeden geldi, hoşça kal demeden gitti.
Fırtınaları atlatarak, bulut sancağını taşıyarak.
Ne gam ki ne gam ayrılıklar hayatta.
Ne sevinç ki ne sevinç yeni dostlar.

Lotustan giysiler, fesleğenden kemer
Ansızın geldi, apar topar gitti.
Geceleri kaldığı yer, tanrıların hudut boyu.
Bulutların kıyısında kimi beklersin?

Yıkan hanımınla Birleşme Havuzu'nda.
Kurut onun saçlarını Güneş'te.
Sevgilimi bucak bucak arıyorum gökte – neden hâlâ burada değil?
Yüzümü rüzgâra verip, belli belirsiz, sesimi yükseltiyorum bir şarkıda.

Tavus kuşu tüyü gök kubbe, yalıçapkını mavisi bayrak
Tırman Semanın Dokuzuncu Katı'na, yatıştır şu kuyrukluyladı.

Kavrar uzun kılıcını, korur ve bakıp besler gençleri.
İnsanlık Tanrımın insafına kalmıştır.

–CH'Ü YÜAN (MÖ 340-278)

ÇİNCEDEN İNGİLİZCEYE HEATHER SMITH VE XIE
YONG TARAFINDAN ÇEVİRİLMİŞTİR

Devlet adamı ve Çin'in en gözde kadim şairlerinden Ch'ü Yüan [veya Qu Yuan], sürgündeyken kendini bir nehre atıp intihar etmişti. Çin'de insanlar, her 5 Mayıs'ta balıkların bedenini silip süpürmesini önlemek için hâlâ özel olarak pişirdikleri pilavı simgesel sakinleştirici jestlerle nehirlerle atmaktadırlar. Kuyruklu yıldız bu şiirinde hem kaybettiği sevgilisinin mecazı hem de arif ve merhametli tanrıyla bir bağlantıdır. Görünüşte anlamsız –“bulut sancağı” ve “mavi bayrak” gibi– imgelerin çoğu aslında kuyruklu yıldızlarla ilgili sayısız Çince adın anıştırmalarıdır.

Gan-ba'nın zayıflaması kötü haberdur. Bundan emin olabilirsiniz. Aynı zaman ve yerdeki şu bildirimde yer aldığı gibi, alametler arada sırada olumludur:

Bir yıldız ışık saçtığında ve parlaklığı [insanın] gözünü gün ışığı kadar aldığında, ışıdamaktayken kuyruğu bir akrebinki gibi görünürse, bu hayra alamettir, reis için değil tüm ülke için.

Gökyüzündeki bir kuyruklu yıldız gündüz vakti görülebilecek kadar parlaktıysa, büyük ihtimalle Yer'e veya Güneşe epeyi yaklaşmıştı.



5. Çince kuyruklu yıldız kaligrafisi. Çevirisi: Süpürge Yıldızı. Kaligrafi: Takako Suzuki.

Dünya Çapındaki Değişimin Kaydı

Kuyruklu yıldızlar kötü yıldızlardır. Güneyde göründükleri her seferinde, eskiyi yok edip yeniye kuran bir şey meydana gelir. Ayrıca, kuyruklu yıldızlar göründüklerinde balinalar ölür. Sung [veya Song], Ch'i ve daha sonraki Ch'in [veya Qin] [hanedanları] devirlerinde, Büyükayı Takımyıldızında ne zaman bir kuyruklu yıldız görünse, kargaşada bütün askerler ölmüştü...

Bir kuyruklu yıldız ne zaman Kutup Yıldızı civarında görünse, imparator değişir. Büyükayı'nın ucunda görüldüğünde, her yerde ayaklanmalar vardır ve savaş birkaç yıl sürer. Ay'ın kepeğinde¹⁰ görünürse, imparatoru bir prens kontrol eder. Altın ve değerli taşlar beş para etmez hale gelir. Başka bir açıklama: İpsiz sapsızlar soylulara zarar verirler. Karışıklıklara yol açan bazı liderler ortaya çıkar. Bakanlar imparatora başkaldırmak için kumpas kurarlar...

Bir kuyruklu yıldız ne zaman kuzeye doğru yol alırken güneyi işaret etse, ülke büyük bir belaya çatar. Batıdaki komşular akın eder, daha sonra da [ülkeyi] sel alır. Ne zaman bir kuyruklu yıldız doğuya doğru yol alırken batıyı işaret etse, doğuda isyan çıkar.

...Bir kuyruklu yıldız ne zaman Başak Takımyıldızında görünse, bazı yerleri su basar ve ağır bir açlık yaşanır. İnsanlar birbirini yer... Kuyruklu yıldız Akrep Takımyıldızında görünürse, ayaklanmalar baş gösterir ve sarayındaki imparatorun çok tasası vardır. Pirincin fiyatı artar. İnsanlar göç eder. Çekirge salgını vardır.

...Bir kuyruklu yıldız ne zaman Andromeda Takımyıldızında görünse, su baskınları ve insanların göçü vardır. Halk yığınları ayaklanır ve ülke iç savaş nedeniyle bölünür. Bir kuyruklu yıldız ne zaman Balık Takımyıldızında görünse, önce kuraklık sonra da su baskını vardır. Pirinç pahalıdır. Evcil hayvanlar ölür ve orduyu bir salgın hastalık vurur.

Bir kuyruklu yıldız ne zaman Boğa Takımyıldızına doğru yol alsın, yedek ayın* ortasında kan dökülür... cesetler yerde kalır.

* Çinliler o devirde ay takvimini kullanıyorlardı ama her yıl bu takvimin güneş yılıyla uyumlu hale gelmesi için bir "yedek ay" ilave ediyorlardı.

10. İngilizcede Büyükayı'ya "Büyük Kepçe", Küçükayı'ya "Küçük Kepçe" denir. (ç.n.)

Üç yıl içinde imparator ölür ve ülkenin çivisi çıkar. Bir kuyruk-
luyıldız ne zaman Orion'da [Takımyıldızında] görünse esaslı
ayaklanmalar vardır. Prensler ve bakanlar imparator olmak
için kumpas kurarlar. İmparatorun pek çok tasası vardır. Savaş
yüzünden her yerde felaket vardır...

Bir kuyruklu yıldız ne zaman Suyılanı Takımyıldızında görün-
se, savaş vardır ve bazıları imparatoru devirmek için kumpas
kurarlar. Balık ve tuz pahalıdır. İmparator ölür. Pirincin fiyatı
da artar. Ülkede imparator yoktur. İnsanlar hayattan nefret
ederler ve bu konuda konuşmak dahi istemezler.

-DÜNYA ÇAPINDAKİ DEĞİŞİMİN KAYDI LI CH'UN FENG, 602-667
ÇİNCE DEN İNGİLİZCEYE HEATHER SMITH VE XIE YONG
TARAFINDAN ÇEVİRİLMİŞTİR

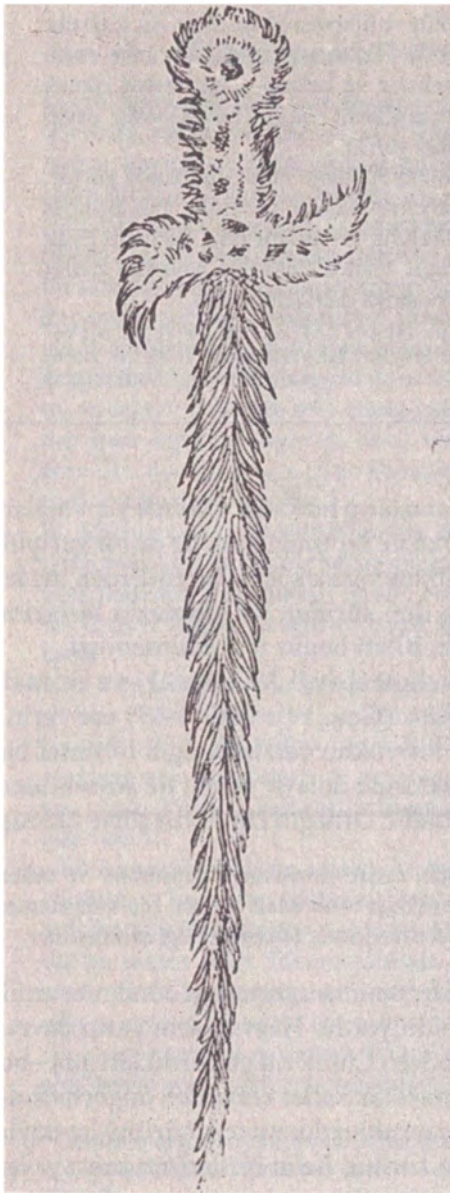
Bu antik astrolojik açıklamaların bu kadar güvenle yapılması
çarpıcıdır. Ne bir geçiştirme ne bir muğlaklık ne de bir gariplik
vardır. Konuyla ilgili bir hükme varmak için gözlemlerden medet
umma şöyle dursun, asla ileri sürülen iki hipotezin birbirine
karşıt olduğunu görmeyiz. Bilim henüz icat edilmemişti.

Sicilyalı Diodorus [Sikeliotas] (y.¹¹ MÖ 60-21) ve Romalı
Lucius Annaeus Seneca'nın [Genç] (y. MÖ 4-65) eserlerin-
de Mısırlı ve Babillilerin kuyruklu yıldızlarla ilgili bilimsel bir
kavrayış geliştirdikleri hakkında dolaylı –belki de söylentiden
ibaret– kanıtlar bulunmaktadır. Örneğin Diodorus şöyle yazmış:

Uzun gözlemleri sayesinde, onlar {Mısırlılar} depremler ve seller,
kuyruklu yıldızların ortaya çıkışı ve sıradan birinin hiç anlaşılamaz
gözüyle baktığı bütün şeyler hakkında önceden bilgi sahibiydiler.

Her yıl Nil Vadisi'nin su baskınına uğrayacağı dönemler antik
Mısırlılar tarafından iyi biliniyordu. Hayvanların garip davra-
nışlarından hareketle –modern Çinlilerin gösterdikleri gibi– bir
depremi birçok hayatı kurtaracak kadar erkenden öngörmek de
mümkündür. Ancak bir kuyruklu yıldızın tezahürünü layıkıyla
önceden bilmek çok daha zordur. Belki birilerinin şansы yaver
gitmiştir.

11. y.: Yaklaşık (ç.n.)



6. Avrupa'ya özgü kuyruklu-yıldız algıları 1528 kadar geç tarihlerde bile belirgin sanrsal unsurlar barındırıyordu. O yılın kuyruklu-yıldızının bu ağaç baskısında, bir kesik başlar ve türlü türlü savaş gereci karışımı resmedilmiştir. Resim bu kuyruklu-yıldızın Ambrose Paré tarafından yapılan tarifine dayanmaktadır. Bu kitap için Amédée Guillemin'in *Les Comètes* ["Kuyruklu-yıldızlar"] (Paris, 1877) adlı eserindeki örnek alınmıştır.

Seneca Babillilerin kuyruklu-yıldızların gezegenlere benzer cisimler olduğuna inandıkları gibi bir görüşü aktarmaktadır. Ayrıntıya inilmemiştir. Mısırlıların ve Babillilerin matematiğe daha sonraki gelişimin tohumlarını içeren katkılarda bulunduklarını biliyoruz. Ne var ki merakın doğaüstüne yüz çevirip dünyayı değiştiren ilk ifade aracının bulunduğu yer MÖ beşinci yüzyılda Yunanistan'dı: Bilim.



7. Dünyanın ilk kuyruklu yıldız atlası Mawangdui ipeğinin bir bölümü, y. MÖ 300, Wen Wu. "Ma Wang Tui po shu 'T'ien wen ch'i hsiang tsa chan' nei jung chien shu" ve "Ma Wang Tui Han ts'ao pos shu chung to hui hsing t'u." 2. Cilt, s. 1-9. (Pekin, Wen wu ch'u pan she, 1978).

Bu yeni düşünce yöntemini icat edenler hakkında bütün bildiklerimize dolaylı bir şekilde ulaşıyoruz. Demokritos (MÖ 460 civarında doğmuştur, epey uzun yaşadığına inanılır) tamamı ya yok edilmiş ya da kaybolmuş en az yetmiş eser yazmıştır. Demokritos'la ilgili bilgimiz genelde, ona çok değer veren ama neredeyse söylediği ne var ne yoksa katılmayan Aristoteles'ten (MÖ 384-322) kaynaklanır. Bize Demokritos'un kuyruklu yıldızların bir "yıldız"ın bir başkasının yanından geçtiğinde meydana geldiğine inandığı anlatılmaktadır. Pythagorasçılar gibi onun da kuyruklu yıldızların gerçek gökcisimleri olduğunu düşünüp düşünmediği belirsizdir. Büyük bir ihtimalle sonucu bir görüntü, bir göz yanılması sayıyordu.

Aristoteles bu hipotezi yaşadığı devirde Jüpiter'in İkizler takımyıldızındaki bir yıldızla yaklaştığını ama bir kuyruklu yıldız meydana getirmediğini belirterek çürütebileceğine inanmıştı. Ne var ki Aristoteles yıldızın gezegenin pek çok ışık yılı gerisinde olduğunu ve ancak bizim bakış açımıza göre birbirinin "yakınından" geçtiklerini bilmiyordu. Aristoteles'in görüşü mitlere ve alışagelmiş kanılara değil gözleme dayanıyordu.

Aristoteles'in kuyruklu yıldızların varlıklarını gezegenler arasında sürdüremeyeceklerine dair nedenleri vardı ve bu nedenler

gene kısmen gözleme dayanıyordu. Mealen şöyle desteklenebilir bir bilimsel hipotez icat etmişti: Burçlar kuşağı çoğuna hayvan adları verilen, gezegenlerin, Güneş'in ve Ay'ın aylar ve yıllar geçtikçe içinde yol aldıkları bir takımyıldızlar silsilesidir. (Güneş'in hangi takımyıldızında olduğunu elbette gün ışığında göremezsiniz ama alacakaranlığa doğru veya şafak vakti bir yıldız haritası aracılığıyla yerini kestirebilirsiniz.) Burçlar kuşağı ufuk çizgisine açı yaparak göğü çepeçevre sarar. Atalarımızın bildikleri kadarıyla, gezegenler, Ay ve Güneş, bir ömür süresince gökteki takımyıldızların hepsini dolaşmalıdır. Bu gerçekleşmediğinden, bütün gezegenler hemen hemen aynı düzlemde yer almalıdır. Oysa kuyrukluyıldızlar bazen burçlar kuşağı içinde, bazen de epey dışında gözlenir. Dahası kuyrukluyıldızlar, gezegenlerin aksine, gözlemcilerin gözleri önünde ve birkaç gün içinde şekil değiştirir. Bu nedenle kuyrukluyıldızların gezegenlerle benzer hiçbir yönleri yoktur. Ay'ın altında Yer'e ait–yani Yer'in atmosferi içinde olmalıdır. (Aristoteles Ay'ın atmosferin erişebileceği en uzak mesafeyi temsil ettiğini düşünüyordu.) Vargı açıktı: Kuyrukluyıldızlar bir hava türüydü. İlk zamanlarda bazı tartışmalar yaşansa da bu görüş iki bin yıl boyunca galebe çalmıştı.

Aristoteles'in astronomisinin tamamı gökcisimlerinin “düzensizlik, değişim ve dış etkilere azade...” olduğuna dair sarsılmaz inancı üzerine kuruluydu. İnancına göre Yer uzayda kesinlikle durağandı –sanki mihlanmıştı. Öte yandan gökcisimleri hareketliydi, Yer'in etrafında günde bir kere hızlı hızlı dönüyordu. Şüphesiz atmosferin alt bölümü Yer'le birlikte durağandır. Ama üst bölümünün göğün dönmesine katılması gerekir. Şimdi, Yer'den –muhtemelen bir çatlak, bir yarık veya bir yanardağdan– sıcak, kuru gazın çıktığını zihninizde canlandırın. O gaz yükselecek ve göğe vardığında Güneş tarafından ısıtılacak ve de onun düşüncesine göre, alev alacaktı. Ancak tutuşan gaz gökcisimlerinin âlemine ulaştığından, artık yıldızlar ve gezegenlerle birlikte hareket etmeliydi. Aristoteles'in kuyrukluyıldızlarla ilgili açıklaması buydu. –Çağının biliminin sınırlılığı göz önünde bulundurulursa– hiç de abes değildi.

Kuzey ışıkları hatta akanyıldızlar bu kabilden örneklerdi –Yer'in içinden çıkıp yıldızlara yükselen gazlar. Kuyrukluyıldızların gazın tamamı alev alıncaya kadar varlığını sürdürdüğünü

düşünüyordu. Yeni kuyruklu yıldızlar yeni gaz çıkışları yüzündendi. Bu nedenle görünür kuyruklu yıldızların meydana geliş ve ortadan kalkışı arasında –hâlâ onları anlamakta belirleyici bir düşünce olan– bir denge veya kararlı hal [ilişkisi] vardı. Aristoteles bu kadar az sayıda kuyruklu yıldız bulunmasına Yer tarafından çıkarılan yanıcı gazların çoğunun başka yerde –Samanyolu denilen sürekli ateş kuşağının teşekkülünde– kullanılmasının yol açtığına inanıyordu. Oysa Demokritos Samanyolu’nun tek tek göremeyeceğimiz kadar uzaktaki muazzam sayıda yıldızdan meydana geldiği sonucuna varmıştı –tam anlamıyla doğru cevap.

Aristoteles’in bilimsel iddiasının altında yarı-dinsel bir doktrin yatıyordu: Hiçbir yeni gökcisminin doğmayacağı ve hiçbir eskinin ölmeyeceğini ilan ederek, onları tekdüze semalarının dışında bıraktığından, kuyruklu yıldızlar için karasal bir kaynak uydurmak zorundaydı. Gökcisimlerinin kalıcılığındaki ısrarı, neredeyse iki binyıl süren bir gerçeklikten sapmaya katkıda bulunan, astronomi tarihindeki en etkili hataydı. Ancak Aristoteles, görüşlerinin müteakip nesillerce uygun görülüp benimsenmesinden bütünüyle sorumlu tutulamaz.

Córdoba, İspanya’da doğan, varlıklı ve ünlü bir ailenin çocuğu Seneca [Genç], İsa’nın çağdaşıydı. Gerçi hiç karşılaşmamışlardı. Oysa kardeşi Aziz Paulus’un tanışığıydı. Seneca gençken gramer, belagat, hukuk ve felsefe öğrenimi gördüğü Roma’ya gitmişti. Caligula’nın kız kardeşiyle cinsel ilişkide bulunduğu için, 41 yılında Korsika’ya sürülünceye kadar bir yazar ve hatip olarak önemli ölçüde ün kazanmıştı. Söz konusu imparatorun acımasızlığına yatkınlığı göz önünde tutulursa, bu hafif bir cezaydı. Seneca sürgün yıllarını hem yazarak hem de felsefe ve doğa bilimleri araştırmalarıyla geçirmişti. Astronomi de meşguliyetlerinden biriydi.

49 yılında ders vermesi için Roma’ya geri çağırılmıştı. Bir öğretmen olarak başarısı karışık. Tek öğrencisi geleceğin imparatoru Neron’du. Neron on yedi yaşında tahta çıkarılınca, Seneca imparatorun siyasi danışmanı ve devlet bakanı [*praetor*] yapılmıştı. Roma İmparatorluğu’nu izleyen sekiz yıl boyunca Seneca ve Praetoria Muhafız Alayı komutanı Sextus Afranius Burrus birlikte yönetmişlerdi. Herkesin dediğine göre iyi iş çıkarmışlar, mali ve adli reformları özendirmişler, kölelerin koşullarını

iyileştirmişlerdi. Ama Neron'un gitgide despotlaşmış, Burrus –belki de bir suikast yüzünden– ölmüş ve Seneca'nın politik gücü kalmamıştı. Kamu hizmetlerinden çekilmiş ve en ünlü eserlerinden bir bölümünü, İmparatorluğa karşı bir komploya karıştığı iddiasıyla imparatorun emriyle intihar ettiği 65 yılına kadar yazmıştı. Kahramanca ve soğukkanlılıkla ölmüştü.

Seneca birçok konuda eser bırakmıştır ama bizi burada ilgilendiren ömrünün son yıllarında yazdığı *Naturales quaestiones* [Doğa Araştırmaları] adlı eseridir. Yedinci “kitap” “Kuyruklu-yıldızlar” başlığını taşır ve Seneca, Aristoteles'e bir yere kadar başarıyla yüklenerek, konunun hatırı sayılır ölçüde hakkını vermiştir. Kuyruklu-yıldızların atmosferik düzensizlikler olamayacağını ileri sürmüştür: Ona göre, bunlar muhteşem bir düzenle hareket etmekte ve rüzgâr estiğinde dağılmamaktadır. Bunun için, “düşünüyorum ki bir kuyruklu-yıldız ani bir parlamadan ibaret değildir, aksine doğanın ölümsüz eserleri arasındadır” diye yazmıştır. Seneca, Aristoteles'in kuyruklu-yıldızların burçlar kuşağıyla kısıtlılıkları nedeniyle gezegen olamayacağı iddiasını çürütürken, belli belirsiz Eyub [veya Eyyûb] Kitabı'nı çağırıştırarak şöyle sormuştur:

Kim gezegenlere sınır çeker? Kim ilahi şeyleri dar bir alana hapseder? {Gezegenlerin}... birbirinden farklı yörüngeleri vardır. O halde, neden onlardan uzak kendi rotalarına sahip başka yıldızlar bulunmasın ki? Göğün herhangi bir yerinde bir geçit olmaması için bir neden var mı?

Seneca, kuyruklu-yıldızların içinden yıldızların görülebileceğine, böylece kuyruklu-yıldızların gövdesiz ve bulut gibi olmaları gerektiğine dair itiraza, şeffaflığın aslında hiç de başı içermediğini sadece kuyruğu kapsadığını belirterek doğru cevabı vermiştir.

En ilgi çekici pasajlardan biri Seneca'nın, bunun dışında bilinmeyen Myndoslu Apollonios adlı MÖ dördüncü yüzyılda yaşamış bir Yunan âliminin görüşlerini açıkladığı ve eleştirdiği bölümdür:

...Çoğu kuyruklu-yıldız gezegendir... Güneş ve Ay gibi başlı başına bir gök cisimidir. Belirgin bir şekli vardır... [şekli] bir diskle sınırlı değildir, aksine boylamasına yayılıp uzanır... Bir kuyruklu-yıldız evrenin üst bölgelerinden [kendine] yol açar, ardından da sonuçta yörünge-

sinin en alt noktasında ulaştığında görünür hale gelir. Kuyruklu yıldızlar çoktur ve çeşitlidir, boyutları farklıdır, renkleri bakımından benzersizdir... Bazıları cenabettir, tehditkârdır –arkadan gelecek katliamın kehanetini arz eder. Kimisi diğer yıldızların {gezegenlerin} yaptıkları gibi ışıklarını azaltıp çoğaltır, alçalırken daha parlak ve büyüktür çünkü daha yakından görülür, uzaklaşırken daha küçük ve sönüktür çünkü çok uzaklara çekilmektedir.

Apollonios’un kuyruklu yıldızların kehaneti iş edinmeleri dışındaki –Seneca’nın da paylaştığı ve geliştirdiği– görüşleri şaşırtıcı ölçüde modern gibi görünmektedir.

Seneca’nın “Kuyruklu yıldızlar” kitabındaki üslubu o kadar doğrudandır ki, sesini kafanızın içinde duymakta zorlanmazsınız. Size, “Bu şeyleri ancak inceleyebiliriz ve karanlıkta hipotezlerle el yordamıyla hareket ederiz, gerçeği anlamamızın garantisi de yoktur, buna rağmen umutsuzluğa da düşmeyiz” der. Sonra da şöyle devam eder:

Bizim için meçhul birçok şeyi gelecek çağın insanları anlayacaktır. Birçok buluş henüz vakti gelmemiş çağlara ayrılmıştır... Doğa sırlarını tamamen açığa vurmaz. Onun süluk ehli [sırlarına vâkıf] olduğumuza inanırız ama sadece avlusunun kıyısında köşesinde oyalanıyoruzdur.

Tapınağın avlusundaki aylaklar yavaş yavaş azalıyordu. Seneca yaşadığı devirde “felsefeye ilginin” kaybolduğunu gördüğü için sızlanmaktadır: “Bundan dolayı eskilerin kısmen incelenmiş halde bıraktıkları konularda o kadar az şey anlaşılmaktadır ki, sanki keşfedilen çoğu şey unutulmaktadır”. Dünyasında gitgide artan bir entelektüel bitkinlik yaşandığı sanısına kapılması boşuna değildi. Akla bel bağlaması, objektif kanıtlara dayalı alternatifler arasından seçim yapmaya hevesliliği, bir sonraki kuşağın yaklaşımıyla dikkat çekici bir zıtlık meydana getirmektedir –örneğin “Sanki gök kubbe alev almıştı, alevli meşaleler uzayın derinliklerini her yönde katediyorlardı; bir kuyruklu yıldız, Yer’in güçlerini alaşağı eden o dehşetli yıldız korkunç saçını göstermişti” diye yazan bizzat Seneca’nın yeğeni Lucanus’un konuyu ele alış şekliyle. Ya da Seneca’nın çağdaşı, doğa bilimci Yaşlı Plinius’u (23/24-79) göz önünde bulundurunuz:

Dehşetli bir yıldızdır şu kuyrukluyıldız ve kolay kolay sakinleştirilemez, Octavius'un Konsül görevinde bulunduğu son iç karışıklıklar sırasında ortaya çıkmıştı; ikinci sefer... Pompeius ile Caesar'ın savaşında; bizim devrimizde de Claudius Caesar [Neron] zehirlenip de imparatorluk Domitianus'a kaldığında, onun hükümdarlığında alevli bir kuyrukluyıldız belirmişti.

Lucanus ve Plinius geleceğin dalgalarıydı.

İosephos, *Ioudaike arkhaiologia* [Yahudilerin Tarihi] adlı eserinde Kudüs'ün İmparator Vespasianus'un hükümdarlığı sırasındaki yıkımını önceden haber veren bir "kılıcın" şehrin üstünde bir yıl boyunca asılı kaldığından söz etmektedir. Bu muhtemelen Halley Kuyrukluyıldızının 66 yılındaki tezahürüyle kurulan bir bağlantıdır. Ancak doğal bir nesne bir şehrin üstünde bir yıl boyunca nasıl asılı kalabilir ki? Yer dönmektedir. Bir kuyrukluyıldız yıldızlarla birlikte doğupatar ve yeryüzünün hiçbir noktasının üstünde "asılı kalmış" diye tarif edilemez. Meteorlar¹² [akanyıldızlar] şimşek gibi geçip bir anda gözden kaybolurlar, gezegenler bir kılıca benzemezler, kuzey ışığı epeyi kuzeyde gerçekleşir ve bir yapay uydu bile ekvatorla ilgisi bulunmayan Kudüs'ün üstünde havada asılı kalamaz. Bir mucize değilse, İosephos'un asılı kılıcına –ki devrinin herhangi bir başka kronikçisi tarafından kayda geçirilmemiştir– kroniklerindeki diğer meselelerle birlikte kesinlikle şüpheyile yaklaşılmalıdır.

Klasik bilgi birikimi yüzyıllar geçtikçe zeval bulurken, iki imparatorun ölümü batıl inancın zaferini simgelemişti. 79 yılındaki kuyrukluyıldız, kendisi de önceden bir kuyrukluyıldız kehanetinden yararlanan İmparator Vespasianus'un güya ölümünün alametiydi. Oysa ilahi alametleri utanmazca imparatorluğu ele geçirmesinin meşruiyetine ve tasdikine yoran Vespasianus, bu vakada sağlıklı bir kuşkuculuk sergilemişti. "O saçlı yıldız başıma bir kötülük geleceğinin alameti değil" demişti. "Daha ziyade {ezeli hasmı} Partların Hükümdarını tehdit ediyor". Vespasianus, "O saçlı bir adam" diye açıklamıştı, "Ben kelim." Gerçi kuşkuculuğu onu korumamış ve aynı yıl ölmüştü. Erken Orta Çağ'a girildiğinde, kuyrukluyıldızların hükümdarların ölümleriyle ilişkilendirilmesi o kadar yerleşmişti ki, bir hükümdar ölüp de

12. Bkz. dipnot 38. (ç.n.)

-814'te ölen Şarلمان örneğindeki gibi- ortaya bir uğursuzluk çıkmayınca, aksi takdirde fark bile edilmeyen alevli bir tezahür genelde semalarda ışık saçıyor diye kabul edilir hale gelmişti: İmparatorun yeni kuyruklu yıldızı.

Orta Çağ'ın kuyruklu yıldızlarla ilgili bütün araştırmalarını hatmetmeniz dahi, Demokritos, Apollonios, Aristoteles veya Seneca'yla uzaktan yakından benzer düşüncelere sahip birini bulamazsınız. Ortaçağ incelemeleri falcılık ve kehanetle, uğursuzluk ve kanla, gizemcilik ve batıl inançla doludur. Kuyruklu yıldızların başa çıkılamazlara dair bir uyarı değil, topu topu doğanın bir parçası olabileceği görüşüne, bunun birinin aklının ucundan geçtiğine dahi hemen hemen hiç rastlamazsınız. Astroloji ve astrologları alenen suçlayan, tarihçi Sevilla Başpiskoposu Isidorus (502-636) bile kuyruklu yıldızların "vahiylere, savaşları ve kıranları" müjdelediğine inanıyordu. Binyıldan fazla bir süre aksi bir görüş yoktu ve nadiren yapılan olgusal anlatım girişimleri



8. 1556 kuyruklu yıldızıyla ona eşlik eden Konstantinopolis'teki (İstanbul) depremin Nürnberg'de üretilen bir ağaç baskısı. Liber Chronicarum'dan ["Nürnberg Kroniği"] (1493). Ruth S. Freitag'ın müsaadesiyle, Library of Congress.

dahi –Muhterem [Aziz] Bede'nin (673-735) kuyrukluyıldızların batı gökyüzünde asla görünmediklerine dair duyurusundaki gibi– basit gözlem konularında çoğunlukla hepten hatalıydılar.

Bundan dolayı, en nihayetinde Rönesans ve Aydınlanma çağları geldiğinde –kuyrukluyıldızların yanı sıra birçok başka konudaki– batıl inanç ve cehaletten Kiliseyi sorumlu tutan bir âlim nesli ortaya çıkmıştı. İspanya'da doğumlu bir Borja ailesi mensubu ve adı skandallara bulaşmamış olan III. Callixtus, 1455'te yetmiş yedi yaşındayken Papa yapılmıştı. Konstantinopolis'i Türklerden geri almak ömrünün son demlerindeki takıntısıydı. Devrin hasım ideolojileri arasındaki boğuşma, kapitalizmle komünizm arasındaki günümüzün Soğuk Savaş mücadelesi kadar sert ve sığıdı. İki taraf da emin adımlarla Tek Gerçek Tanrı'ya niyaz eyleyip zaferin kaçınılmazlığını ilan etmişlerdi.



9. 1066 Kuyrukluyıldızının, tezahüründen kısa bir süre sonra tamamlanan, Bayeux Duvar Halısı'ndaki tasviri. Norman istilacılar tarafından devrilmek üzere olan İngiltere Kralı Harold alamete aldırıp aldırmamanın derdine düşmüştür. Seyirciler (solda) kuyrukluyıldıza hayran hayran bakmaktadırlar. International Halley Watch'ın müsaadeleriyle.

1456'ta Avrupa'nın yanı sıra Çin semalarında da bir kuyrukluyıldız belirmişti. Görünüşe bakılırsa, kuyrukluyıldız fark edilir edilmez kuşatılmış Hristiyan Alemi'ne gerçek bir korku salmıştı. Callixtus ve çağdaşlarının bilmediğini bugün biliyoruz. Gördükleri Halley Kuyrukluyıldızının dönemsel

geri gelişiydi. Hikâye bu ya, Callixtus kuyruklu yıldızın bir uğursuzluk alameti olduğundan ve her nasılsa Türklerle bağlaştığından emindi; bundan ötürü onu aforoz edip şu derinden hissedilen yakarının *Ave Maria* [Selam Sana Meryem] duasına eklenmesini buyurmuştu: “Yarabbi bizi şeytandan, Türk’ten ve Kuyruklu yıldızdan kurtar.”

Birçok hikâyeye göre, Callixtus, Hristiyanların kontrolündeki bir şehre, Türkler tarafından kuşatılmış ve 6 Ağustos 1456’da tepesinde Halley Kuyruklu yıldızının asılı bulunduğuş Belgrad’ı savunmak için 40.000 kişi göndermişti. İki gün süren büyük bir savaş verilmişti. Daha sonra yaşayan bir tarihçi muharebeyi şu kelimelerle tasvir etmişti: “Silahsız Fransiskenler, ellerindeki haçlarla ön saftaydılar, papalık dualarıyla kuyruklu yıldızı defetmek için haykırıyorlar ve düşmanın, o günlerde kimsenin tereddüt etmeyi dahi göze alamadığı o semavi gazabın üstüne varıyorlardı.” II. Mehmed’in [Fatih Sultan Mehmed] birlikleri püskürtülmüş ve hem kuyruklu yıldız hem de Türkler geri çekilmişti. (Türkler kuyruklu yıldızın, belirgin derecede enfes bir örneğinin 204. sayfada –Resim 57 (G)– görülebileceğı anılmaya değer resimlerini yaratmışlardı.) Konstantinopolis Hristiyanlar tarafından hiçbir zaman geri alınamamıştı.

Astronomi yazarları birbiri ardına Türk ve kuyruklu yıldızla ilgili bu fark gözetmeden yapılan lanetleme hikâyesini aktarmışlardır. Oysa Vatikan arşivlerinde ne böyle bir duanın veya bedduanın kaydı ne de Callixtus’un, Hristiyanlığın ilkelerine uyduğı her halükârda şüpheli, kuyruklu yıldızı aforoz ettiğinin kanıtı vardır. 29 Haziran’da Haçlı Seferi’nin başarısı için halkı ortak duaya çağırın bir papalık buyruğı yayınlanmıştı. Ancak bu buyrukta Temmuz’un ortasında artık çıplak gözle görülmeyen kuyruklu yıldız hakkında tek bir kelime edilmemişti. Birkaç hafta sonra da Türklere karşı kesin bir zafer kazanılmıştı.



10. Meksika hükümdarı [Aztek İmparatoru] II. Moctezuma [veya Montezuma] semasında bir alamet görmekten ötürü endişelidir. 1519'da Hernán Cortés ortaya çıktığında Moctezuma, onun gelişine vahim kuyruklu yıldız kehanetinin gerçekleşmesi gözüyle bakmıştı. Los Tlacuilos de Fray Diego Durán ["Keşiş Diego Durán'ın Ressamları"] (México, Cartón y Papel de México, 1975) adlı eserde yer alan bu resim altmış yıl sonra çizilmişti. Ruth S. Freitag'ın müsaadesiyle, Library of Congress.

Belirlenebildiği kadarıyla, çoğu astronomi yazarının Callixtus ve kuyruklu yıldızla ilişkilendirdiği hikâye, bu sayfalarda tekrar karşılaşacağımız, Laplace Markisi Pierre-Simon'un [Laplace diye bilinir] *Exposition du système du monde* [Dünya Sisteminin Açıklanması] adlı eserinden kaynaklanır. Fizik ve astronomi tarihinde kalıcı bir iz bırakan Laplace parlak bir âlimdi. Ayrıca Fransız Devrimi'yle akla uygun dayanaklarının taraftarıydı. *Exposition du système du monde* adlı eseri "Cumhuriyet'in IV. Yılında" (1796) yayımlanmıştı. Kilise'nin Bourbon hanedanı krallarının acımasız rejimiyle içli dışlı bulunması nedeniyle Laplace bir ihtimal III. Callixtus'a aşırı derecede alıcenaplık yapmakta gönülsüz davranmıştı. Ancak Laplace hikâyeyi uydurmamıştı ve sanki bu yanlış Vatikan kütüphanecisi Platina'nın [Bartholomeo Sacchi] *Vitae pontificum* ["Papaların Hayatları"] adlı 1475 tarihli eserinden kaynaklanmaktadır. Ne kadar düzme olursa olsun, bir Papa'nın bir kuyruklu yıldız ciddi ciddi aforoz

edişi en azından kuyruklu yıldızlar hakkında [o devirde] hüküm süren hem seküler hem de dini görüşlerle tutarlı addediliyordu.

Vatikan'dan epeyi uzakta ve bir nesil sonra: Tenochtitlán'da [bugün México] Aztek İmparatoru III. Moctezuma (1466-1520), kehanetin bildirdiğine göre bir gün dönüp imparatorluğunu geri alacak olan beyaz ve sakallı büyük tanrı Quetzalcóatl'ı bekliyordu. İki parlak kuyruklu yıldız peş peşe gelip gökyüzünde buluşmuş gibi göründüklerinde Moctezuma, bunları Quetzalcóatl'ın yola koyulduğunun ve Aztek İmparatorluğu'nun artık ona ait olmadığına kesin bir alameti saymıştı. İçine kapanmış, her yangını, her fırtınayı ve doğanın her garabetini yeni bir kötüye işaret addetmişti. Batı Yarım Küre'nin en büyük imparatorluğunun efendisinin put kesilmesine bir kuyruklu yıldızla bir kehanet yetmişti. Ve böylece, 1519'da beyaz ve sakallı *conquistador*¹³ Hernán Cortés 600 adamlık bir keşif kolu ve az sayıda atla birlikte doğu denizinden çıkageldiğinde, Moctezuma ikna edilmeye dünden hazırды. İmparatorluğu Quetzalcóatl'a teslim edivermişti. Aztekler Cortés'in küçük çetesi karşısında birden fazla nedenden ötürü çaresiz kalmışlardı. Ama Meksika'nın fetih ve talanının yanı sıra Aztek uygarlığının ortadan kaldırılışı büyük ölçüde kuyruklu yıldızlardan duyulan ölesiye korku yüzündendi.

Atlantik'in karşı yakasında Protestan Reformu başlamak üzereydi. Birçok teolojik konu nedeniyle bölünmüş birbiriyle çekişen mezhepler, kuyruklu yıldızlar meselesinde tam bir uyum içindeydiler. Reform'un güç ve itibar sahipleri en azından bu konuda II. Moctezuma'yla aynı karede yer alıyorlardı. Martin Luther (1483-1546), bir Advent¹⁴ vaazında hepsi adına konuşmuştu: "Kâfirler Kuyruklu Yıldız'ın doğal nedenlerle ortaya çıkabileceği yazarlar ama Tanrı kesin bir felaketi önceden ikaz etmeyen bir şey yaratmaz." Burada geçiştirme yoktur. Altmark'ın nüfuzlu Lutherci piskoposu Andreas Celichius 1578'de kuyruklu yıldızları şöyle tasvir etmişti:

İnsan günahlarının pis kokulu ve iğrençlik dolu yoğun dumanı, Tanrı'ya rağmen, her gün, her saat, her an yükseldiği gibi, gitgide lüle lüle ve kat kat saç örgülü bir kuyruklu yıldız şeklini alıncaya kadar

13. İspanyolca istilacı demektir. (ç.n.)

14. İsa'nın Noel'de dünyaya gelişini kutlama hazırlıklarının yapıldığı dönemdir. (ç.n.)

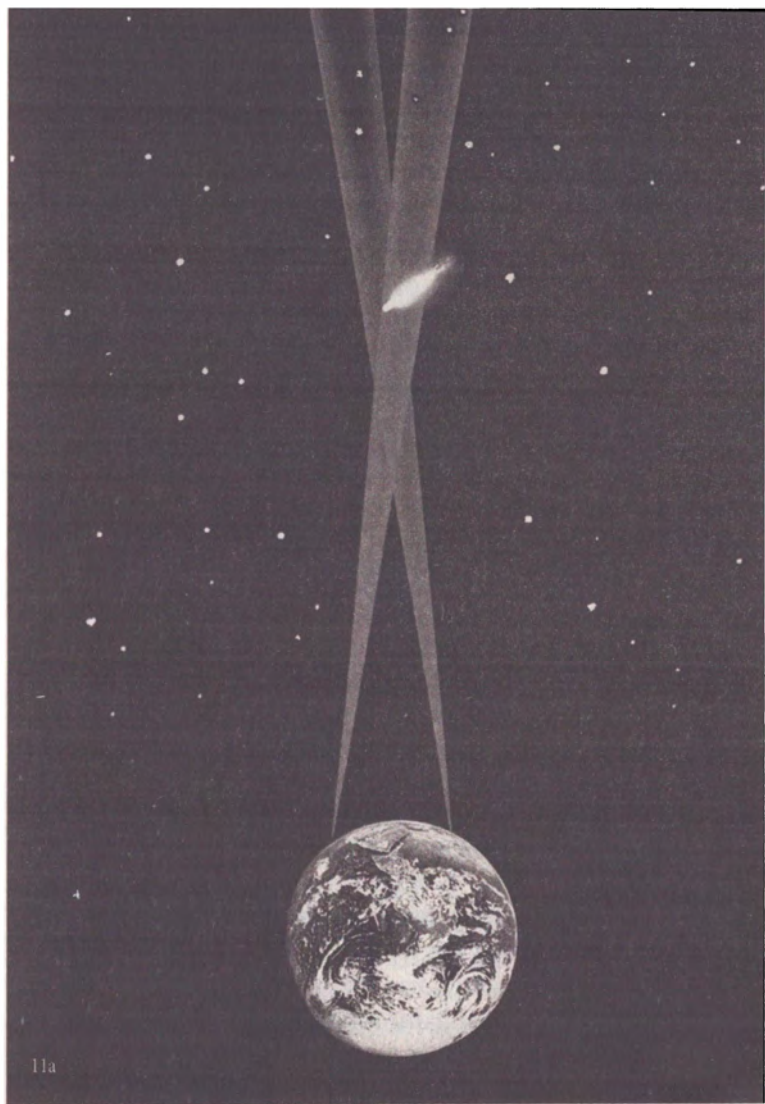
koyulaşır, nihayetinde de Yüce Semavi Hâkim'in şiddetli ve yakıcı öfkesiyle tutuşur.

Kuyruklu yıldızlara bu gözle bakan, onları Gazab-ı İlâhi tarafından tutuşturulan pıhtılaşmış günahlar yerine koyan görüş (Celichius'un açıkça minnettar kaldığı) Aristoteles'in devrinden beri ne kadar gerisingeri gidildiğini göstermektedir. Buna bir yıl sonra Andreas Dudith [veya Andrija Dudić Orehovički] bir cevap yaptırmıştı: "Kuyruklu yıldızlara ölümlülerin günahları yol açısaydı, gökyüzü bunlardan geçilmezdi."

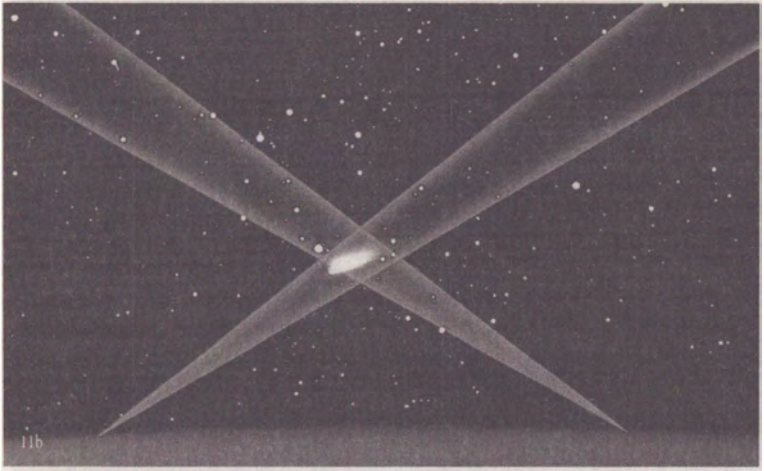
Herhalde bütün bunlardan sonra, on altıncı yüzyılın ortalarında kuyruklu yıldızlar ve birçok başka şeye dair insan kavrayışında bir devrimin meydana gelmek üzere olduğuna asla ihtimal vermezsiniz. Danimarka'da tam da Luther'in öldüğü yıl aynen Luther'in itham ettiği gibi bir "kâfir" doğmuştu. Adı Tycho Brahe'ydi. Altın veya pirinçten yapay burnu, cücelerden mürekkep maiyeti, dillere destan içki partileri ve adadaki saray misali gözlemeviyle hiç de o bildiğiniz tipik astronomlardan değildi.

Tycho'nun devrinde kuyruklu yıldızlar konusundaki şüphe edilmez otorite hâlâ Aristoteles'ti. Kuyruklu yıldızların, gök kubbenin durağanlığı ve tekdüzeliği nedeniyle, Yer'in atmosferine hapsedildiğine dair doktrini hem seküler hem de dini otoritelerce benzer şekilde doğrulanıyordu. Bu tartışmalı bir konu değildi. Bütün mürekkep yalamış uzmanlar Aristoteles'le aynı görüşteydi. İlk gerçek tereddütler 1572'de bir gece vakti Tycho'nun gözlerini Cassiopeia [Koltuk] Takımyıldızına dikip daha önceleri bir yıldızın olmadığı yerde "Venüs'ten daha parlak" bir yıldız görmesiyle gündeme gelmişti. Yeni yıldız Yer'in atmosferinin çok ötelerindeydi ve bugün bile Tycho Novası [Nova Cassiopeia] diye bilinir –nova Latince yeni demektir. Besbelli ki ve neredeyse kimsenin beklemediği bir şekilde gökcisimlerinin kalıcı olmadığı ortaya çıkmıştı. Aristoteles de Kilise de onca zamandır hatalıydı. 1572 süpernovası Avrupa'nın astronomları ve çok geçmeden dünya kültürü açısından bir kalk borusuydu.

Beş yıl sonra, büyük bir kuyruklu yıldız, Aristoteles'in artık sarsılan dünya görüşünü kesinlikle alaşağı etmek üzere Avrupa semalarının bir ucundan bir ucuna ışık saçmıştı. 1577 Kuyruk-



11a



11a ve 11b. Bir kuyrukluyıldız Aristoteles'in dile getirdiği gibi Yer'in atmosferindeki bir şey olsaydı, birbirinden büyük ölçüde ayrı iki noktadan yapılan gözlemlerde birbirinden epey farklı arka plan yıldızlarının önünde görülürdü (Resim 11b). Bu diyagramdaki koniler iki gözlemcinin görüş çizgilerini temsil etmektedirler. Ama kuyrukluyıldız çok uzaktaysa (Resim 11a), birbirinden büyük ölçüde ayrı gözlemciler kuyrukluyıldızı hemen hemen aynı arka plan yıldızlarının önünde görürler. Bundan ötürü aynı anda yapılan gözlemler bize Yer'le kuyrukluyıldız arasındaki mesafe konusunda bir fikir verir. Diyagramlar: Jon Lomberg/BPS.

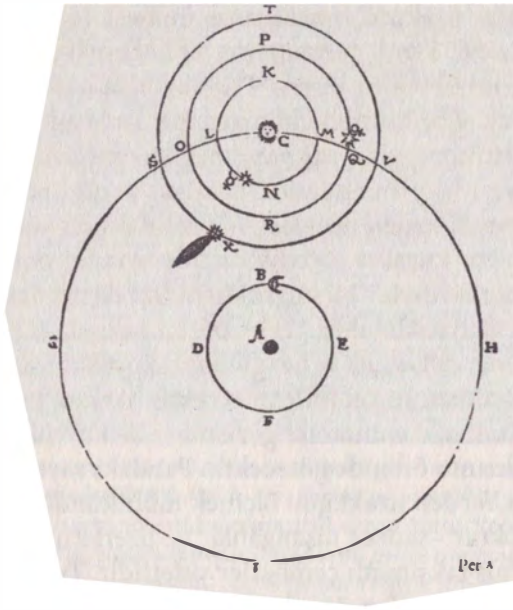
luyıldızının uzunca bir süre görünür kalması nedeniyle Tycho ve meslektaşları bilgi paylaşma ve birbirlerinin hipotezlerini sınaama imkânı bulmuşlardı. 1572 süpernovası Tycho'nun kuyrukluyıldızı bir atmosferik düzensizlik yerine bir astronomik cisimmişçesine ele almaya sevk etmişti.

Gözünüzü bir kuyrukluyıldıza dikerseniz onu daha uzaktaki yıldızların meydana getirdiği bir arka plan önünde görürsünüz. Zaman geçtikçe, bir takımyıldızından diğerine doğru hareket edebilir (Resim 13) ama her bir belirli birkaç günlük sürede takımyıldızında sabitlenmiş gibi gözükür. Tycho kendine kuyrukluyıldız tamamen bir atmosferik düzensizlik olsaydı ve Yer'e yakın bulunsaydı nasıl görünürdü acaba diye sormuştu. Ayrıca gezegenler veya yıldızlar gibi, Yer'den çok uzaktaki bir cisim olsaydı nasıl görünürdü acaba diye de sormuştu. Aynı anda iki çelişik düşüncüyü aklında tutmayı becerebiliyordu. Parmagınızı

burnunuzun önüne koyun ve sırayla sol ve sağ gözünüzü kırpın. Parmak size uzaktaki manzaranın önünde hareket ediyormuş gibi gelecektir. Şimdi parmağınızı bir kol boyu uzağa yerleştirin ve [gözlerinizi] tekrar kırpın. Parmak hâlâ hareket etmektedir ama pek az. Görünürdeki harekete paralaks adı verilir; sadece görüş açısının soldan sağa yer değiştirmesidir. Parmak size yaklaştıkça arka plan önündeki paralaks ve görünürdeki hareket artar; parmak sizden uzaklaştıkça paralaks da küçülür.

Tycho aynı kuralın –büyük ölçüde ayrı iki gözlemeyinden gözlemeniz kaydıyla– bir kuyruklu yıldızda da uygulanabileceğini anlamıştı. Kuyruklu yıldız Yer’e yakınsa bakış açısı iki gözlemevi arasında epey değişecek ve her gözlemci kuyruklu yıldızı çok farklı bir takımyıldızının önünde görecektir. Ancak kuyruklu yıldız Yer’den uzaksa, o zaman iki gözlemevi de kuyruklu yıldızı aynı takımyıldızının önünde görecektir. Paralaks sayesinde kuyruklu yıldızın Yer’den uzaklığını ölçmek mümkündür. Teleskoplara ihtiyaç yoktur –sadece nişangâhlar ve üzerlerine açı dereceleri işaretlenmiş taksimatlı çemberler yeterlidir. Tycho astronomik teleskobun icadından önceki son neslin arasında yaşamıştı ve onun ölçümleri –hiç değilse kabaca– birkaç bin yıl öncesinin herhangi bir zamanında da yapılabilirdi, tabii ki bu ölçümü yapmak herhangi birinin aklına gelseydi. (Nitekim bir yüzyıldan fazla bir süre önce, Halley Kuyruklu Yıldızının 1456 tezahüründe, hatadan geçilmeyen paralaks ölçümleri yapılmaya çalışılmıştı.)

1577 Kuyruklu Yıldızıyla ilgili bu ölçümlerle hesaplamaları yapan sadece Tycho Brahe değildi ve –bir ihtimal hâlâ Aristotelesçi düşünmenin esiri olan– çağdaşlarından bazıları bunları yanlış çözümlemiş, kuyruklu yıldızın Yer’in atmosferinde bulunduğu hükmüne varmışlardı. Oysa Tycho’nun titiz ölçüm ve hesaplamalarını zaman eskitememiştir. Kuyruklu yıldız Yer’in atmosferinin içinde bulunsaydı, büyükçe bir paralaks saptanırdı. Tycho kayda değer bir paralaks tespit edememişti. Ölçümünün kesinliğinden ötürü 1577 Kuyruklu Yıldızı Yer’den Ay’a oranla çok daha uzakta, yukarılarda gezegenler ve yıldızlar arasında bir yerde olmalıydı. Uluslararası iş birliğini, temel matematiği ve basit gözlemleri birleştiren Tycho, geleneksel kanının iki binyıldır kesinlikle hata ettiğini ortaya çıkarmıştı.



12. 1577 Kuyruklu yıldızının (X konumunda) Tycho Brahe'nin elinden çıkmış çizimi. Tycho'nun hatalı güneş sistemi şemasında kuyruklu yıldız Güneş'in çevresinde döner ama Güneş de Yer'in (A). Tycho Brahe'nin *De Mundi Aetherei Recentioribus Phaenomenis Liber Secundus* ["Semavi Âlemdeki Son Görüngüler Hakkında İkinci Kitap"] adlı [ölümünden sonra yayımlanan] eserinden (1603). D. K. Yeomans'ın koleksiyonundan.

Önceki nesiller kuyruklu yıldızların gerçekte ne kadar uzakta bulunduklarını bilselerdi, onlardan daha az korkarlardı. Tycho kuyruklu yıldızları Aristoteles'in içine tıktırdığı Yer'in çevresindeki dar sınırlardan kurtarmış ve uzayın derinliklerine gitmelerine imkân vermişti. Artık bilim de aynı şeyi yapmak üzere serbest kalmıştı. Mistiklerin ezelden beri kuyruklu yıldızlarla ilişkilendirdikleri altüst oluşu en sonunda 1577 Kuyruklu yıldızı gerçekleştirdi.

Başıboş gelip geçici kuyruklu yıldızları gören,
Şaşırır çünkü bunlar enderdir; ama yeni bir yıldızsa
Hareketi gök kubbeye uyumlu,
Mucizedir; yoktur orada yeni bir şey zira.

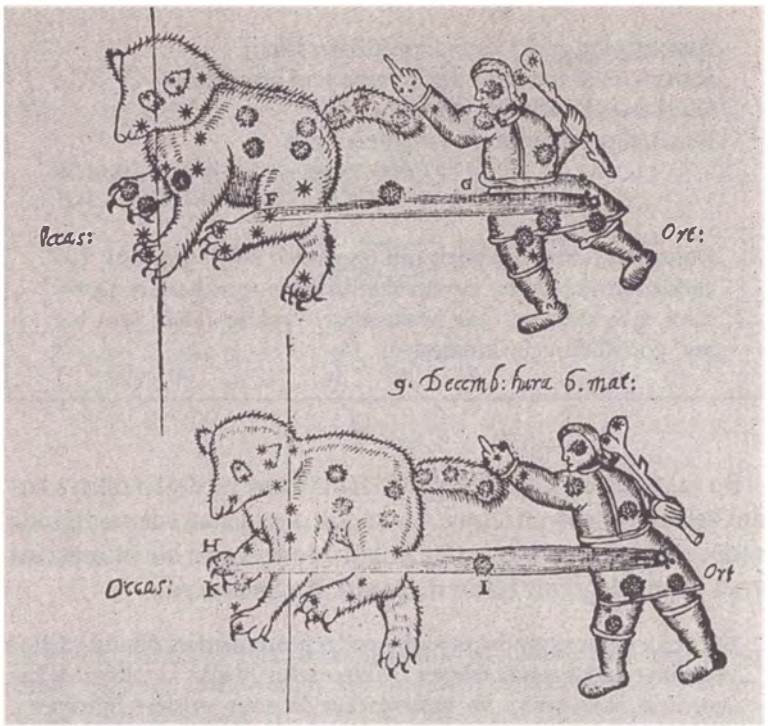
—JOHN DONNE, TO THE COUNTESS OF
HUNTINGDON [“HUNTINGDON KONTESİNE”], 1633

Donne’un astronomi bilgisinin üzerinden 56 yıl geçmişti; Tycho’dan sonra, her bir kuyruklu yıldızın yanı sıra her bir süpernova, gök kubbeye dair Aristotelesçi “yoktur orada yeni bir şey” görüşünün çürütülmesiydi.

Bu vakte kadar kuyruklu yıldızların ilham verdiği o dünya kadar kehanet edebiyatı içinde, hayranlık duymadan edemediğimiz sadece bir kehanet vardır. Bu öngöründe bulunan bir münecim veya papaz değil bir bilim insanıdır. Bu Seneca’ydı:

Neden o halde evrendeki o kadar ender gösterilerden, dönüşleri muazzam aralıklarla gerçekleşen (?) kuyruklu yıldızlar, kanıtlanmış kanunlarla kavranmaz ve başlangıçlarıyla sona erişleri bilinmez... Bugün gizli kalan şeyleri açıklığa kavuşturacak çok uzun dönemler boyu yapılacak titiz gözlemlerin zamanı gelecek... Bir gün kuyruklu yıldızların yörüngelerinin hangi bölgelerde bulunduğunu, neden diğer gök cisimlerimize kıyasla bu kadar uzaklara gittiklerini, ne kadar büyük ve ne cins olduklarını gösterecek biri çıkacak.

Tycho doğru yoldan ayrılan astronomiyi yoluna koymuştu ama bu şekilde kehanette bulunduğu kimse Edmond Halley’di.



13. Teleskopla görülen bir kuyruklu yıldızın ilk çizimlerinden biri. Burada 1618 Kuyruklu yıldızının arka arkaya iki gecede yapılan iki farklı gözlemi gösterilmektedir. Kuyruklu yıldız Büyük Ayı ve Çoban takımyıldızlarından geçmektedir. J. B. Cysat tarafından teleskop başında çizilmiştir. J. B. Cysat'ın [kısaltılmış adıyla] *Mathematica Astronomica Ingolstadt* (1619) adlı eserinden. D. K. Yeomans'ın koleksiyonundan.

3. kısım halley

{Bay Halley} akranlarının sevgisini kazanacak gerekli niteliklere sahipti. Her şeyden önce onları severdi; tabiatıyla coşkun ve keyifli bir ruh haliyle, sırf onları görmenin yol açtığı memnuniyetten kaynaklanan büyük bir samimiyetle, onların varlığıyla canlanmış gibi görünürdü; iş ilişkilerinde dürüst ve dakikti, muhakemesinde açık yüreклиydi; davranışlarında tutarlı ve kusursuz, yumuşak başlı ve hatır sayan, her zaman iletişim kurmaya hazır...

–JEAN JAQUES D'ORTOUS DE MAIRAN, "BAY HALLEY İÇİN AĞIT",
MEMOIRES DE L'ACADÉMIE ROYALE DE SCIENCES; PARIS, 1742

Aristoteles'in görüşü... yani kuyruklu yıldızların Yer'e ait gazlardan veya havataşlarından başka bir şey olmadığı [düşüncesi]... Yunanlar arasında o kadar galebe çalmıştı ki astronominin bu en hayrete düşürücü kısımları hepten ihmal edilmişti; çünkü hiç kimse gözlem yapıp Eter'de süzülen gazların daldan dala ve belirsiz yollarını açıklığa kavuşturmayı zahmetine değer görmüyordu.

–EDMOND HALLEY, TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF
LONDON, CİLT 24, SAYFA 882, 1706

Edmond Halley aklımıza geldiğinde, tabii ki eğer gelirse, onu sadece adaşıyla –insanlığın en gözde kuyruklu yıldızıyla- bağlantısı nedeniyle düşünme eğilimindeyizdir. Kuyruklu yıldız, kabaca yetmiş beş yılda bir işleyen, onu hatırlamamız için bizi paylayan bir belleksel cihaz halini alır. Çoğumuza göre Halley, adeta fevkalade bir sezon veya tek bir akılda kalıcı oyun sayesinde rekorlar kitabına girmeyi başaran bir atlettir. Bilimin inşası sırasında, sayısız diğerleri gibi, işin ucundan tutmuş deneyimli

bir işçi bulma beklentisiyle kayıtlara başvururuz. Oysa usta bir mimarla karşılaşırız.

Doğum tarihi belirsizdir; Halley 29 Ekim 1656 olduğuna inanıyordu. Londra'nın ilçelerinden [*borough*] Hackney'de dünyaya gelmiş, hayatına daha sonra Londra'nın dışında o zamandan bu yana yayılan şehrin yuttuğu taşrada devam etmişti. Elimizde çocukluğunun niteliğini gösteren tek bir anekdot, hatta rivayete dayalı bile yoktur ama ilerde ne olacağını ilk defa o günlerde hayal ettiğini biliyoruz. Henüz epey gençken, "En körpe yıllarımdan itibaren kendimi Astronomiyi incelemeye vurmuştum" diye hatırlamıştı. "O kadar büyük bir keyif {vermişti ki bana}, bunu yaşamamış birine anlatmam mümkün değildir." Halley, rızkını çıkarma yolundan ziyade kendinden geçme hali olan bu bilim duygusundan kurtulamayacaktı. Çocukluk döneminde iki kuyruklu yıldız görülmüştü. 1664'teki Londra'da yaşanan Büyük Salgın'la [Veba] ilişkilendirilmiş, 1665'te ortaya çıkanıyla da Büyük Yangın arasında bağ kurulmuştu. Halley'nin bu ziyaretçilere tanıklık ettiğine dair hiçbir kayıt yoktur ama onun eğilimine ve yeteneğine sahip genç biri o kadar uğursuzluk, bela ve felaket yüklü 1664 ve 1665 kuyruklu yıldızlarından mutlaka etkilenmişti.

Aynı adlı babası Edmond, bir işadamıydı. Sabunculuk ve tuzculuk yapıyordu. Londra'da ona para getiren mülklerin de sahibiydi. 1666'daki Büyük Londra Yangını taşınmaz mallarını silip süpürmüştü ama diğer işlerinin yıldızı parlamıştı. Yakın geçmişteki hıyarcıklı vebanın dehşeti Londralılara kişisel temizliklerini gözetme düşüncesini aşılamıştı. Sabun imalatı hızla büyüyen bir sektör halini almıştı. Ayrıca yayılan İngiliz donanmasının uzun yolculuklarda denizcilerini ayakta tutabilmek için sürekli tuzlanmış ete ihtiyacı vardı. İşleri gelişen yaşlı Halley, yeni edindiği servetini oğlunun aşıkâr yeni vadinin gerçekleştiğini görmeye harcamaktan memnundu.

Onu İngiltere'nin en iyi okullarından ve Edmond'ın da parlak bir öğrencisi haline geldiği St. Paul'a göndermişti. 1671'de okul Başkanı seçilmişti –bu az rastlanır bir şeydi, sınıf arkadaşları tarafından tutulan mükemmel bir öğrenciydi. Annesinin adının Anne Robinson olduğu ve oğlunun Oxford'daki Queen's College için ayrılışından dokuz ay önce, 24 Ekim 1672'de öldüğü dışında bir şey bilmiyoruz. Bu okula giderken yanında götürdüğü

astronomik aletlerin niceliği ve niteliği babasının cömertliğine dair ek kanıtlar sağlamaktadır –aletler arasında yirmi dört fut¹⁵ uzunluğunda [yaklaşık yedi küsur metrelik] hemen değerlendirildiği bir teleskop da vardı.

Bunu on sekiz yaşındaki Edmond Halley'nin 10 Mart 1675'te İngiltere'nin ilk Kraliyet Astronomu John Flamsteed'e Jüpiter ve Satürn'ün yayımlanmış güvenilir konum çizelgelerinin hatalı olduğunu bildirmek üzere bir mektup yazma cesaretinden ötürü biliyoruz. Genç adam rakipsiz Tycho Brahe tarafından yayımlanmış yıldız konumlarında da hatalar bulmuştu. Halley'nin mektubundaki havası işi efsanevi silahşora kafa tutmaya kadar götüren genç bir kovboyunki değildir. Aksine içi kendinden öncekilere duyduğu hayranlıkla dolu, aralarına katılma konusunda sabırsız –hatta evrenin içyüzünü keşfetme konusunda daha da sabırsız– genç bir heveskârındır. Flamsteed'in tam ne cevap verdiğini bilmiyoruz ama büyük ihtimalle olumluydu çünkü ertesi yıl Halley'e ilk bilimsel raporunu veya “makalesini” yayımlamakta ona yardım etmişti. “Başlıca Gezegenlerin Günö-telerini, Dış Merkezliklerini ve Orantılarını, açısız hareketlerinde eşitlik bulunduğunu varsaymadan, belirlemenin Doğrudan ve Geometrik Yöntemi” başlığına sahip bu raporu –günümüzdeki gibi o günlerde de İngiltere'nin önde gelen bilimsel kuruluşu olan- Londra'daki Royal Society'nin [Londra Kraliyet Derneği] *Philosophical Transactions* adlı dergisinde çıkmıştı.

Bu makale ne hakkındaydı? Tycho'nun öğrencisi Johannes Kepler'den beri her gezegenin elips denilen bir yol izlediği, bir tür esnemiş çember boyunca ilerlediği biliniyordu. Dış merkezlik [veya dışözeklik] elipsin ne kadar esnediğinin ölçüsüdür; dış merkezliği [odakları arasındaki mesafesi] sıfır olan bir elips çemberdir ve dış merkezliği 1 veya daha fazla olan bir elipsse kapalı bir eğri dahi değildir, aksine bir parabol veya hiperboldür (bkz. Resim 14). Yer'in yörüngesinin dış merkezliği 0,017'dir –çıplak gözle bakıldığında bir çemberden farksızdır. Tersine Merkür'ün yörüngesinin dış merkezliği 0,21'dir –bariz bir şekilde yassıdır. Çok yıl sonra, kuyruklu yıldızların eliptik yörüngeler boyunca hareket ettiklerini, yani kökenlerine dair

15. Yaklaşık 30 santimetreye eşit ölçü birimi. (ç.n.)

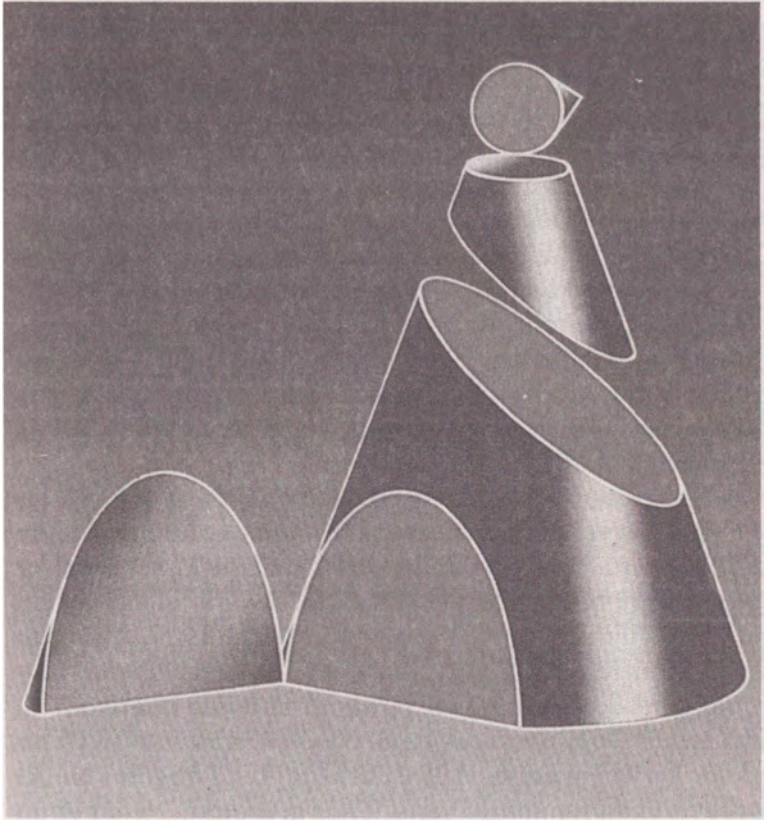
anahtarlardan birini belirlemesi Halley'nin zaferlerinden biri haline gelecekti.

Yer'inki gibi aşığı yukarı dairesel bir yörüngede Güneş'ten daima hemen hemen aynı uzaklıktayızdır. Ama adamakıllı eliptik bir yörüngede hareket eden bir nesnenin Güneş'e uzaklığı yörüngesinin neresinde bulunduğına göre değışir. Gezegen veya kuyrukluyıldızın en hızlı hareket ettiğı, Güneş'e en yakın noktaya günberi adı verilir. Nesnenin Güneş'in çevresinde hızla ilerlemesine günberi geğışi denir. Deyim kulağı okşar. Sanki eski P&O kurvaziyer hatları vapurlarında yaşanan bir şey gibidir. Yörüngenin en uzak noktasının adıysa günötedir. Yörünge elips şeklini aldıkça, günberiyle günöte arasındaki fark artar. Bir kuyrukluyıldızın günberisinin Yer'e yakın, günötesininse bilinen en uzak gezegenin çok ötesinde olması gayet mümkündür. Ama bu Halley'nin kuyrukluyıldızları incelemeye başlamasından önceydi. Halley ilk makalesinde gezegenlerin yörüngelerinin hesaplanması için yeni ve daha kesin bir yöntem ortaya atmıştı.

Makale birçok kere yeniden yazılmıştı. Bu kısmen Halley'nin deneyimsizliğı yüzündendi. Ancak aynı zamanda Salisbury Piskoposunun yayımladığı tam aksi yöndeki görüşleri nedeniyledi. Halley'e piskoposun bu makaleyi kişisel hakaret sayabileceğı söylenmişti. Halley'nin zülfüyâre dokunmaya hiç niyeti yoktu ve önerilen değışiklikleri seve seve yapmıştı. Bu Halley'nin bilimin peşinde koşma uğruna dini hassasiyetlere aykırı davranacağı son sefer değıldi.

Halley, yörüngelerle ilgili makalesinin dünya astronomi camiasının dikkatinin üzerinde toplanmasına yol açtığı aynı yıl, Oxford'daki eğitimini yarıda bırakmayı ve güney semalarının ilk haritasını [gök haritasını] hazırlamak için Afrika'nın batısındaki üçra St. Helena Adası'na gitmeyi tercih etmişti. Tabii ki, kuzeyin yüksek enlemlerinden görebileceğiniz takımyıldızları, Güney Kutbu yakınlarından görebileceklerinizden neredeyse tamamen farklıdır. Ekvatordaysa hem kuzeyin hem de güneyin bütün takımyıldızlarını görebilirsiniz. St. Helena o devirde Britanya İmparatorluğu'nun en güneydeki ileri karakoluydu ve sadece güney semalarının değil, Kuzey Yarıkürenin katalog haline getirilmiş yıldızlarından bazılarının dahi gözlenebileceğı elverişli bir yerdi. Bu konu önemliydi çünkü Halley'nin önerdiği

güney yıldızlarının haritası Avrupalı astronomların işine yarayacaktıysa, daha önceden belirlenen bazı yıldız konumlarıyla ortak nirengi noktalarına sahip olmalıydı. Enleminin dışında, St. Helena'nın bir başka üstünlüğü vardı; astronomik gözlemler için ciddi bir sorun teşkil eden bir konuda avantajlıydı: Herkesin dediğine göre, hava her zaman açıktı.



14. Konik kesitler [veya konikler]. Bir koni çeşitli açılarda dilimlendiğinde veya kesildiğinde, ortaya topluca konik kesitler adı verilen birkaç farklı şekil veya eğri çıkar. Eğer burada gösterilen dört parça birleştirilseydi, koni yeniden kurulurdu. Koninin en üstteki bölümüne tepe, üzerinde durduğu düz dibineyse taban denir. Tabana paralel bir kesim yaparsanız, bir çember üretirsiniz. Bir açıyla keserseniz, elips adı verilen, azıcık ovale benzer, esnemiş bir çember yaratırsınız. Tabana dik doğrultuda dilimlerseniz, ortaya çıkardığınız yüzey hiperboldür; çemberin ve elipsin aksine hiperbolün iki yakası dönüp birbirine kavuşmaz. Burada gösterilmeyen, bir elipsten bir hiperbole geçişte yer alan bir eğri daha vardır; bunun adı

paraboldür. Bu sevimli konik kesitler ilk defa MÖ üçüncü yüzyılın ikinci yarısında Pergeli Apollonios tarafından tanımlanmıştır. Gezegenlerle kuyrukluysıldızların Güneş'in etrafında tam da böylesi yollar boyunca dolanmayı bilmeleri, ayrıca havaya atılan bir taşın gezingesinin de bir parabolü izlemesi hayrete düşürücüdür. Keza bir balistik füzenin de. Newton kütle çekiminin ters kare yasasının¹⁶ kütleleri uzayda konik kesitler boyunca hareket etmeye ittiğini göstermiştir. Görünüşte soyut matematikle dünyanın fiili işleyişi arasındaki bağlantılar modern bilime şekil veren başlıca buluşları simgeler. Diyagram: Jon Lomberg ve Jason LeBel/BPS.

Halley'nin Royal Society'deki dostları önerilen keşif seferinin desteklenmesi için hükümete bir mektup yazmışlardı. Sefer çok geçmeden Kral II. Charles'ın alakasını çekmişti ama kral çok uzaktaki St. Helena'nın sadece itibari hükümdarıydı. Aslında bu küçük ada güçlü Doğu Hindistan Kumpanyasının idaresindeydi. Charles gene de nüfuzsuz sayılmazdı ve şirketin yöneticileri onun yazdığı mektubun ardından Halley ve bir bilimsel refakatçiye mürur tezkeresi [izin belgesi] bahşetmeye razı gelmişlerdi. Halley'nin "{Edmond'ın} hevesini almasına gönüllü" babası ona o devirde mevcut en iyi gözlem aletlerinin maliyetini fazlasıyla karşılamakla kalmayıp, yapabileceği benzer başka masraflara da yetecek muazzam bir harçlık vermişti.

Halley, Ekim 1676'da *Unity* adlı gemiyle, üç ay sürececek bir yolculuk için ve hemen hemen on bin kilometre katetmek üzere yelken açmıştı. Gideceği o kadar uzak bir adaydı ki, Britanyalılar 130 yıl sonra burayı esir İmparator Napolyon'u tutabilecekleri yeterince güvenli yegâne hapisane addedeceklerdi. Avrupalı denizciler neredeyse iki yüzyıldır güney denizlerinde sefere çıkıyorlar, görebildikleri her sahil şeridinin haritasını çıkarıyorlardı ama hiçbir tepesindeki çok farklı takımyıldızlarını eksiksiz bir şekilde haritalamamıştı. Halley'nin kendi kendine görev bildiği iş gökyüzünün [unutulan] yarısını akla getirmektir. Henüz yirmi bir yaşına basmıştı.

Seyyah hikâyelerinin aksine, St. Helena'da hava berbattı. Halley bir saatlik yıldız gözlemi fırsatı için haftalarca bekleyecekti. *İngiliz* hava durumu bundan daha iyiydi. En azından

16. Bu yanlış bir ifadedir. Ne yazık ki Türkçeye –motamot bir çeviriyle– böyle yerleşmiştir. Kastedilen kütlelerin birbirini aralarındaki *uzaklığın karesiyle ters orantılı* bir kuvvetle çekmeleridir. Nitekim Newton Kütle Çekimi Yasası'nın formülü $F=G(m_1m_2)/R^2$ şeklindedir. (ç.n.)

İngiltere’de kötü hava sırasında yapacak başka şeyler vardı. Halley kendini uçsuz bucaksız okyanusun ortasındaki bir kaya parçasından ibaret bu yere sürmüştü. Derdine düşeceği bulutlar ve sıkıntıdan başka şeyler de vardı; St. Helena’nın valisi kısa sürede Edmond Halley’den nefret duyar hale gelen tescilli bir deliydi. Sonuçta valinin davranışları o kadar tuhaflaşmıştı ki, geri çağrılıp görevden uzaklaştırılmıştı. Ama bu ancak Halley’nin kendisi artık dönüşe hazırlanırken gerçekleşmişti. Zorluklarına rağmen, St. Helena’da geçirdiği zahmetli yıl boyunca vaktini iyi değerlendirmişti. Yurduna güney semalarının ilk haritasıyla, hatta daha fazlasıyla geri gelmişti. Avrupalı astronomların bilmediği yıldızlarla bulutsuları keşfetmişti. St. Helena’da Merkür gezegeninin Güneş tekeri önünden geçişini gözlemişti. Bu gözlem daha sonra Güneş’in Yer’den uzaklığını belirlemek açısından önem kazanacaktı. Güney semalarında bir Kuzey Yıldızı bulunmadığını ve St. Helena’da sarkacını kısaltmadıkça İngiltere’de ayarlanmış bir sarkaçlı saatle saat tutmanın mümkün olmadığını doğrulamıştı. (Gerçi Halley bahsi geçen zamanlarda bunun nedeninden habersizdi ama bu Yer’in kendi eksenini etrafında dönüşünün yarattığı, ekvatorda yerçekimini azıcık etkisiz hale getiren ama enlem arttıkça zayıflayan, merkezkaç kuvveti yüzündendir.)

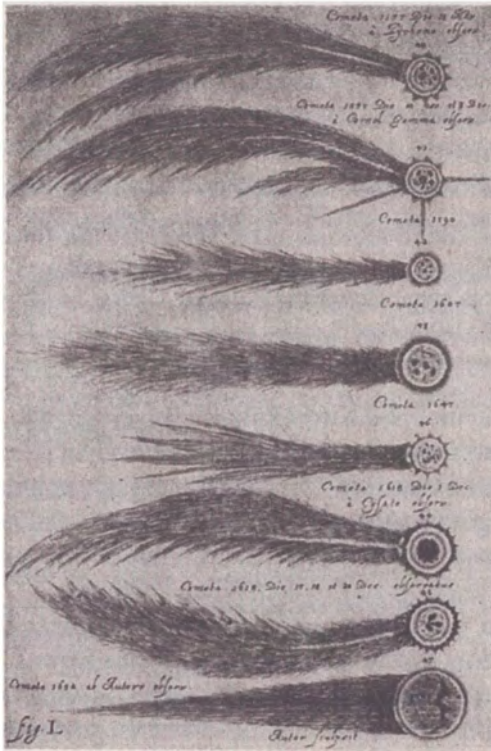
Royal Society’ye hazırladığı güney semalarının katalogunu, hem teleskopla Jüpiter’in Büyük Kızıl Beneğini hem de mikroskopla canlı bir hücreyi gören ilk kişi olan, nörotik ve allâme Robert Hooke takdim etmişti. (Aynı zamanda “hücre” kelimesini biyolojik bağlamda ilk o kullanmıştı.) Hooke fizik, astronomi, biyoloji ve mühendisliğe kalıcı katkılarda bulunmuştu. Royal Society üyeleri Halley’nin başarısını hiç vakit kaybetmeden takdir etmişlerdi ama Oxford’a göre Halley, okulu bırakan sıradan bir öğrenciydi. Mezuniyet için okula dönmesine izin vermemişlerdi çünkü daha ikamet şartını¹⁷ yerine getirmeden ayrılıp St. Helena yoluna koyulmuştu –bu o kadar ciddi bir kural ihlaliydi ki, meseleyi bir kraliyet buyruğundan başka hiçbir şey halledemezdi. Bir

17. Oxford Üniversitesi kurallarına göre, bir öğrenci okulun tesislerinde kalmıyorsa, ikamet sınırları içindeki (şehir merkezinden yirmi beş kara mili uzaklığa kadarki) bir yerde konaklamak zorundadır. Sınavlara girebilmek için bile en azından ilgili dersin verildiği sömestri boyunca bu kurallara uyulması gereklidir. (ç.n.)

kere daha II. Charles'dan medet ummuş ve Charles bir kere daha onun namına bir mektuba imzasını atmış, bu sefer ona "önceki veya müteakip benzer şartları yerine getirme şartı aranmaksızın" Yüksek Lisans diploması verilmesini istemişti. Oxford'un Rektör Yardımcısı razı olmuştu. Aşağı yukarı diplomasının verildiği aynı günlerde, bu kadar genç bir adamın kayda değer bir paye gözüyle baktığı, Royal Society üyeliğine seçilmişti.

Halley çok geçmeden ilgisini, Hooke, Flamsteed ve özerk şehir Gdańsk'ın [Almanca Danzig] [soylularından] devrin önde gelen gözlemci astronomlarından Johannes Hevelius'un karıştığı, gitgide şiddetlenen bir tartışmaya yoğunlaştırmıştı. Hooke ve Flamsteed, kısa bir süre önce icat edilen ve bir ölçüm aleti üstüne takılan dürbünlü nişangâhla yıldızların göreceli konumlarının daha hassas bir şekilde belirlenebileceğine yemin billâh ediyorlardı. Ancak yaşını başını almış Hevelius yeni teknolojiyi reddetmiş ve optiğe başvurmaksızın açık nişangâhta, bir tüfekteki nişangâh kadar basit bir mekanizma [yani "sestantını" çıplak gözle] kullanmakta ayak diremişti. Akılları başlarından giden Hooke ve Flamsteed, Hevelius'a karşı şiddetini giderek arttırdıkları bir kampanya yürütmüşler, onlara kulak asan herkese Hevelius'un gözlemlerinin güvenilmez olduğunu açıklamışlardı. Bu kıyasıya bir tartışma açısından beklenmedik bir konuydu. Hevelius, haliyle, kendini kuyruğu kapana kısılmış gibi hissetmeye başlamıştı. O da bir Royal Society üyesiydi ama Gdańsk'ta, Hooke ve Flamsteed'in tuhaf saldırılarını sürdürdükleri meyhane ve salonlardan çok uzakta yaşıyordu. Üyelerden medet ummuş, onlara her adamının astronomiye en uygun gördüğü şekilde hizmet etmesine izin verilmeli; sonuçlar sınanmalı ve [haklarında] sadece liyakatlerine göre karara varılmalı; bilim insanlarının bir meslektaşlarının eserini sabit kanıtların yokluğunda kötülemeleri yakışksız kaçır diye yazmıştı. Otuz yıldan fazla bir süredir açık nişangâhla gözlediğini ve bu Tycho Brahe için yerindeyse onun için de [haydi haydi] yerinde olduğunu belirtmişti. Royal Society verdiği resmi cevapta Hevelius'a duyulan güveni teyit etmiş, Hooke ve Flamsteed'iye iddialarını belgeye, yoksa bundan vazgeçmeye çağırmıştı. Hooke ve Flamsteed ikisini de yapmamıştı. Taraflar açmaza düşmüşlerdi.

İnceliği, ahlaki bütünlüğü ve üstün gözlem yeteneğiyle (bir de babasının parası nedeniyle), Hevelius'un yöntemini sınamak için sefere çıkacak Halley'den daha uygun biri yoktu. Halley, Hevelius'a güney [yarıküre] yıldız kataloğunun bir kopyasını gönderip ondan bir ziyaret daveti istemişti. Hevelius razı gelmiş ve Halley Mayıs 1679'da Gdańsk'a varmıştı. On gece boyunca birlikte gözlemişlerdi. Halley çok geçmeden Hevelius'un, köhne açık nişangâhıyla, en gelişmiş donatımı kullanan Flamsteed ve Hooke'dan sürekli daha iyi sonuçlar elde ettiğine aklı yatmıştı. Derhal Flamsteed'e yazmış, Hevelius'un gözlemlerinde kusur bulmak için harcadığı özenli, sistematik çabasını anlatmıştı. Şüphesiz, aksini öğrenmeye can atan akıl hocasını "Doğrusu



15. Gdańsklı Johannes Hevelius aynı zamanda bir kuyruklu yıldız gözlemcisiydi. Yukarıdaki resimde Cometographia ["Kuyruklu Yıldız Atlası"] (1668) adlı eserinden 1577'le 1652 arasında görülen çeşitli kuyruklu yıldız türleri yer almaktadır. Bunları Resim 7'deki Çin kuyruklu yıldız atlasıyla kıyaslayınız.

aynı mesafenin hiçbir yanıltmaca olmaksızın birkaç defa tekrarlandığını gördüm” diye bilgilendirmişti, “...bundan ötürü artık onun {Hevelius’un} Doğruculuğundan kuşku duymayı göze alamam.”

Halley’nin şahadetnamesine rağmen, Flamsteed ve Hooke ne özür dilemiş ne de insafa gelmişti. Bu dirayete sahip değillerdi. “Açık nişangâh” tartışmasının arkası, sekiz yıl sonra Hevelius’un kendisi ölünceye kadar kesilmemişti. Halley’nin güçlü dostlarını kızdırma pahasına doğruluk adına takındığı tavır, bir hakkaniyet ve tarafsızlık örneği meydana getirmişti.

1680’de, Avrupa semalarında büyük bir kuyruklu yıldız belirdiğinde, bilim elbette büyük ölçüde doğayı kavramanın gözde yaklaşımı olarak kabul edilmiyordu. Gibbon geçiş sürecindeki bir dünya görüşünün mükemmel bir örneği diye “Allah’ın gazabına {1680 Kuyruklu Yıldızının} başının değil kuyruğunun işaret ettiğine rıza gösteren” bir astronomdan bahseder. Kuyruklu Yıldızların doğaüstü özelliklerine, o yılın Büyük Kuyruklu Yıldızını keşfeden Alman astronom Gottfried Kirch’in bile aklı yatmıştı:

Kuyruklu Yıldızlar üzerine kâfir ve Hıristiyan, dindar ve seküler, Lutherci ve Katolik [biri tarafından yazılmış] birçok kitabı baştan sona okudum ve hepsi kuyruklu Yıldızların Allah’ın gazabının alametleri olduğunda ısrar ediyorlar... Bu inanca cephe alanlar da var ama bunlar pek önemli değiller.

Halley Büyük 1680 Kuyruklu Yıldızını da görmüştü ama tepkisi Kirch’inkinden farklıydı. Halley, Manş Denizi’nde ilerleyen bir vapurda, Dover’la Calais arasındaki bir noktada, bulutlar dağılırken gökyüzüne göz gezdirmiş ve harikulade bir şey görmüştü. Fransa’ya varır varmaz da müdürüyle görüş alışverişinde bulunmak üzere Paris Gözlemevi’ne koşmuştu.

Satürn’ün halkaları arasındaki en önemli aralığın yanı sıra gezegenin dört uydusunun kâşifi Jean-Dominique Cassini [Gian Domenico Cassini], *Catalogus Stellarum Australium* [“Güney Yarıküre Yıldızlarının Kataloğu”] adlı eserin genç yazarını müthiş bir misafirperverlikle karşılamıştı. Cassini Halley’i baş üstünde tutmuş, onu dostları ve meslektaşlarıyla tanıştırmış, ona gözlemevi donatısıyla kütüphaneyi serbestçe kullanma hakkı



16. Güneş'e doğru yönelen sivri uçlu [ikinci kuyruğuyla] ünlü Arend-Roland Kuyruklu Yıldızı (1957 III). Bunu Hevelius'un 1590 Kuyruklu Yıldızı (Resim 15'teki yukarıdan ikinci kuyruklu yıldız) tasviriyle kıyaslayınız. F. D. Miller tarafından 24 Nisan 1957'de Michigan Üniversitesi'nin teleskobuyla fotoğraflanmıştır. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

tanımış ve en önemlisi ona bir düşünce aşılamıştı. Halley Mayıs 1681 tarihli dikkate değer mektubunda Hooke'a şöyle yazmıştı:

Mösyö Cassini tam şehirden ayrılmak üzereyken bana Kuyruklu Yıldızlar kitabını vererek iyilik etti; bunlarla ilgili yeni yöntemle 18 Mart'a kadar yaptığı Gözlemlerin dışında, Hareketine dair, [yani] bu Kuyruklu Yıldızın 1577 Yılında Tycho'ya görünenle aynı olduğuna, dönüşünü yeryüzünü içeren büyük bir Çember şeklinde ifa ettiğine dair, bir teori geliştirmiştir.

Halley üç kuyruklu yıldız tezahürüyle ilgili ayrıntıları aktararak, şunları eklemiştir:

...Hipotezinin özü budur ve bunun iki Kuyruklu Yıldızın keza Nisan 1665'dekinin Hareketlerini [açıklığa kavuşturma ihtiyacını] tamı tamına karşılayacağını söylemektedir; onun Kavramını yürekten benimsemekte zorlanacağınızı biliyorum ama aynı zamanda 3 Kuyruklu Yıldızın gök kubbede aynı yolu tam böyle ve aynı hız derecesinde izlemeleri çok fevkaladedir.

Henüz hiç kimse bir kuyruklu yıldızın yörüngesini belirlelemişti ama Cassini üç kuyruklu yıldızın da benzer hızlarla göğün aynı tarafından geldiğini fark etmiş ve [buna dayanarak] aynı

kuyruklu yıldızın Yer'e büyük ölçüde farklı zamanlarda döndüğüne dair –bilimsel literatürde¹⁸ eşî benzeri bulunmayan ve sadece Afrikalı Bantu-Kavirondoların halk geleneğinde açıkça yer alan– cesur varsayımını kurmuştu.

Halley [mektubunun devamında] Hooke'u 1680 Kuyruklu yıldızının izlediğı yolun, Cassini tarafından özetlenen gökyüzünün bir başından bir başına yer değıştirirken ki belirgin hareketine dayanarak, ilk taslağını çizme girişimlerinde başarısızlığa uğradığını; gelecekteki bir zamanda tekrar deneyeceğini umduğunu bildirmişti. Ve Halley son paragrafta, bir arasöz olarak, aktüeryal¹⁹ istatistik biliminin temelini atmıştı. Paris ve Londra'nın karşılaştırmalı doğum, evlilik, ölüm ve nüfus yoğunluğu –sonuncusunu Paris şehrinin boyutlarını Halley'nin kendisinin adımlayarak sağladığı– istatistiklerini özetledikten sonra mektubunu şöyle bitirmişti:

...bundan dolayı, diyelim ki [oranlar] hep aynı kaldı, yani insanoğlunun yarısı bekâr öldü, [o halde] insanoğlunun bekası için ama öyle ama böyle her evli çiftin 4 çocuk yapması gerekir.

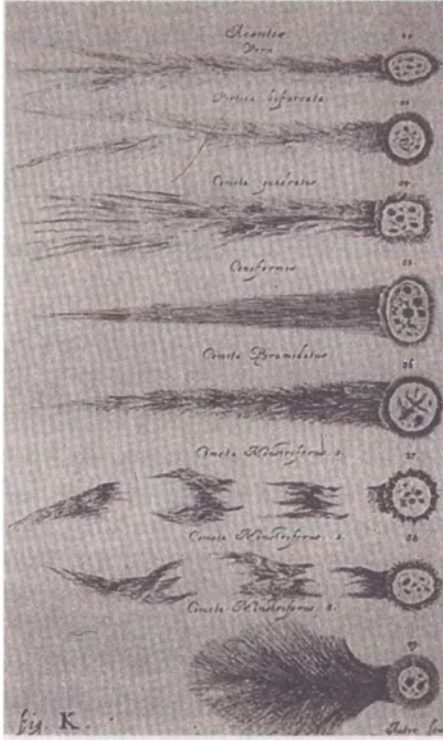
Bu düşüncesini daha da geliştirmesi için on yıl, kuyruklu yıldızlar konusuna dönmek içinse bundan da uzun bir süre geçecekti. Altı aylığına İtalya'ya gitmişti. Yurdu İngiltere'ye geri geldiğinde ilk büyük keşfini gerçekleştirmişti.

Adı Mary Tooke'tu. Hazine Denetçisinin kızıydı. Çağdaş bir hatırat ondan “hoş bir genç Hanımefendi ve gerçekten faziletli bir kişi” diye bahsetmektedir. Bir başka övgüdeyse “zarif kişiliğı ve zihinsel nitelikleri bakımından aynı ölçüde sevimli genç bir hanım” diye tarif edilmektedir. Kıta Avrupası'ndan dönüşü üzerinden daha üç ay geçmeden, özellikle kocaya kaçanları evlendirmeyi tercih etme özelliğı nedeniyle –bakış açınıza göre– kötü şöhretli veya merhametli bir kilise sayılan St. James'te evlenmişlerdi. Ne evliliğı karşı çıkan varmış ne de Mary hamileymiş gibi görünmektedir. Belki St. James'i hiç vakit kaybetmemek için seçmişlerdi. Evlilikleriyle sevgileri Mary'nin neredeyse elli

18. Gerçi bu düşüncenin bazı ipuçlarına hem (bunu kararlı bir şekilde reddeden) Aristoteles'in hem de (daha önce açıkladığımız üzere, Myndoslu Apollonios'un kuyruklu yıldızların gezegenler gibi hareket ettikleri önerisini yürekten benimseyen) Seneca'nın eserlerinde rastlanır.

19. Sigorta risklerine dayanan demektir. (ç.n.)

beş yıl sonra ölüşüne kadar sürecekti. Beraberliklerine dair az sayıdaki bahis derin ve kalıcı bir mutluluğu gözler önüne sermektedir. 1682’de, birlikte geçirdikleri ilk yazın sonuna doğru Edmond, hatta muhtemelen Mary de, Büyük 1680 Kuyruklu Yıldızına kıyasla sönük bir başka kuyruklu yıldızla tanıklık etmişti. Gördüklerini kaydetmek için birkaç not almıştı. Birgün adını taşıyacak kuyruklu yıldızla yegâne bakışıydı.



17. Hevelius’tan başka kuyruklu yıldız çeşitleri. Kuyrukları saçaklanmış kuyruklu yıldızlara dikkat ediniz. Alttan üçüne, bir zamanlar hüküm süren kuyruklu yıldız mistisizmini çağrıştıracak şekilde, “şer alameti” kuyruklu yıldızları adı verilmiştir. Altıncı ve yedincisi bugün “kopukluk durumu” denilenleri göstermektedir. D. K. Yeomans’ın koleksiyonundan.

Annesinin ölümünün ardından Halley’nin babası Edmond ikinci ama talihsiz bir evlilik yapmıştı. Yeni karısının savurganlıkları ve kocasıyla üvey oğlunu hiç saydığına dair çıkan laflar vardı. Babayla

oğlunun evlilikleri arasındaki zıtlık muhakkak ki ikisini de üzmişti. 5 Mart 1684 sabahı yaşlı Halley pabuçlarının ayaklarını sıkıdığından şikâyet etmiş, yeğenlerinden biri de burunlarındaki astarları kesip çıkarmayı önermişti. Bu işe yaramış gibiydi ve baba Edmond karısına dışarı çıkacağını, akşam vaktine doğru döneceğini söylemişti. Akabinde meydana gelenleri çağdaş bir bülten şöyle aktarmıştır:

Haliyle onun Karanlık bastırıldığında geri geleceğini ummuştu ama dönmeyince çok endişelenmişti ve ertesi gün imkân dahilindeki bütün Araştırmaları yapmıştı ancak ondan birkaç gün boyunca hiç ses çıkmayınca Yokluğunu Haber Kitapçığında yayımlamıştı. 5 Mart Çarşamba'dan 14 Nisan'a kadar bütün Çabalara ve yapılabilecek en titiz Aramalara rağmen, nerede olduğuna veya nerelere uğradığına dair hiçbir Açıklama elde edememişlerdi. Lakin geçen pazartesi Rochester yakınlarında Strow'd [Stroud] Parish'te yer alan Temple-Farm'daki bir Nehir kıyısında şu şekilde bulunmuştu. Bir garip Oğlan Çocuğu bir Vesileyle Su kıyısında yürürken ölü ve Çıplak, üstünde sadece Pabuçları ve Konçlu Çorapları kalmış bir Adamın bedenini fark etmiş, bunun üzerine çok geçmeden bunu birtakım başkalarına ifşa etmiş, bu Gazet'teki²⁰ ilanı okuyan bir Beyefendinin kulağına çalınmış, o da hemen Londra'ya çıkagelmiş ve bundan Bayan Halley'i bilgilendirmiş, bununla birlikte, bunun Ödül uğruna değil daha Yüce ve Hristiyan İlkeler için olduğunu söylemiş çünkü paraya gelince demiş, bunu ganimet bilmek istemediğini ama tamamının onu bulan ve bunu layıkla hak eden garip Oğlan Çocuğuna verilmesini dilediğini anlatmış.

Halley'nin pabuçlarını düzelten aynı yeğen Bayan Halley tarafından naaşı teşhis etmeye yollanmıştı. Mide bulandırıcı bir görev olmalıydı; yüz tanınmaz haldeydi. Bülten şöyle devam etmektedir:

Herkes Kaybolduğundan beri Nehir'de bulunmadığı sonucuna varmıştı, çünkü bulunsaydı, Bedeni çok daha fazla bozulurdu. Beyefendi onu Pabuçları ve Konçlu Çoraplarından tanımıştı, Astarlarını kesip çıkardığı aynı Pabuçlardı, bir bacağına dört Konçlu Çorap, diğerinde üç ve bir Balmumlu Bez²¹ vardı. Sorgu Yargıcı onunla görüşmüş ve Soruşturma [sonucu] Öldürüldüğüne hükmedilmişti.

Baba Edmond Halley'nin ölümü esrarını korumaktadır. Ayağına geçirdiği gereksiz şeyleri dikkatlice inceleyip Halley'nin önceki beş hafta boyunca bulunduğu yerlere dair sonuç çıkaracak, bir Sherlock Holmes mevcut değildi. Hadiseden iki buçuk yüzyıl sonra, saygın bir Halley uzmanı olan Eugene Fairfield MacPike, "sağlanan kanıtlar bir ansal sapıncı göstermektedir" diye ileri sürerek intihar yargısına varmıştı. Belki.

20. İngiltere'de o dönemde yayımlanan ilk gazete örnekleri haber bültenlerine genelde gazette denirdi, örneğin *The Oxford Gazette*. (ç.n.)

21. Sargı bezi olarak kullanılan balmumu emdirilmiş bez.

Ancak kanıtlar en azından bunun kadar kazaya veya cinayete de işaret etmektedir.

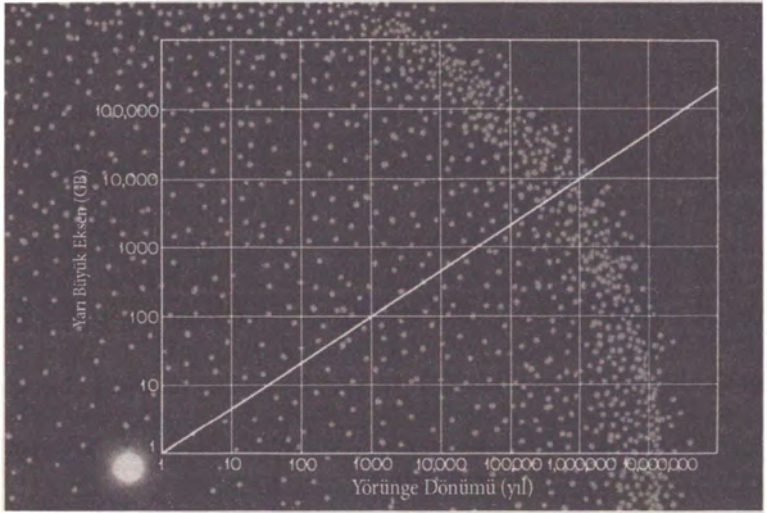
Bir başka sır da genç Halley'nin babasının akıbetine gösterdiği tepkide odaklanmaktadır. Haber bülteninde ondan hiç bahsedilmemektedir. Bu habere göre babasının aranmasında, naaşın teşhisinde veya sorgu yargıcının soruşturmasında belirgin hiçbir rol oynamamıştır. Hayatının tamamı muazzam bir, neredeyse bir zorlanımlı merak örnek olay incelemesidir. Buna rağmen, babasının –entelektüel gelişmesini bu kadar alicenaplıkla yüreklendiren ve destekleyen insanın– ölümüyle ilgili sır perdesini aralamaya yönelik bir girişimde bulunduğu dair hiçbir kayda rastlamayız.

Bu nahoş hadiselerin yakışksız kaçan bir kodası²² olarak, ikinci Bayan Halley'e kocasının cesediyle ilgili haber getiren “Beyefendi”, “bunu ganimet bilmek istemediğini” öne sürmesine rağmen, 100 Sterlinlik ödül parasının ödenmemesi nedeniyle dava açmıştı. Yargı sürecini Jeffreys adlı, huzuruna çıkan davalılara karşı işlediği –en hafifleri arasında taciz ve haraç bulunan– suçların sıklığı ve çeşitliliği yüzünden kötü nam salan bir hâkim yönetmişti. Hâkim Jeffreys bu dava özelinde hakkaniyetli davranmış gibi görünmektedir. “Beyefendiye” sadece 20 Sterlini layık görmüş, Bayan Halley'eyse kalan 80 Sterlini naaşı bulan bahtsız “garip Oğlan çocuğuna” ödemesini buyurmuştu. Edmond on yıl sonra müsrif üvey annesini mirasını korumak diye tarif edilen bir çaba nedeniyle mahkemeye vermişti.

Halley, aşağı yukarı babasının ortadan kaybolduğu günlerde gezegen hareketleriyle ilgili daha derin bir kavrayışı geliştirmeye çalışıyordu. Kepler, bir gezegenin Güneş'in çevresinde bir kere dönmesi için geçen süreyle (yılıyla) Güneş'ten uzaklığı arasında kesin bir orantılılık bulunduğuna işaret etmişti (sayfa 72). Güneş'e yakın Merkür'deki yıl sadece 88 Yer günüdür; Güneş'ten uzak Satürn'deyse 30 Yer yılıdır. Dış güneş sistemindeki bir gezegenin devir süresinin Yer yılından uzunluğu sadece daha büyük bir yörüngeye sahip olmasından ötürü değil, aynı zamanda daha yavaş hareket etmesi yüzündendir. Neden? Halley ve birkaç kişi gezegenlerin böyle hareket etmesine –biri Güneş'ten dışa doğru

22. Bir bestenin veya dansın son bölümü. (ç.n.)

yönelik ve gezegenin kendi hızının sağladığı, diğeryse içe doğru yönelik ama Güneş'ten kaynaklanan daha önce keşfedilmemiş bir kütle çekiminin sağladığı- iki kuvvetin dengesinin yol açtığı kanısındaydı. Bu kuvvetin uzaklaştıkça zayıflaması gerektiği açıktı. Böylece çok uzaktaki gezegenler daha yavaş hareket edip gene de kütle çekimi kuvvetini dengeleyebileceklerdi. Ancak acaba gözlenen gezegen hareketlerini karşılaması için kütle çekimi kuvveti Güneş'ten uzaklaştıkça ne oranda zayıflamalıydı? Halley ve meslektaşları sezgilerine –veya ışığın yayılması veya daha büyük ihtimalle Kepler'in Üçüncü Yasası'ndan yola çıkarak



18. Bir gezegen veya kuyruklu yıldızın Güneş'in çevresindeki tek bir dönüşünü tamamlaması için geçen süre –düz çizginin tasvir ettiği belirli bir doğa yasasına göre– Güneş'ten ne kadar uzaktaysa o kadar fazladır. Yörünge dönümü Yer yılı, Güneş'ten uzaklıksa Gök Birimi cinsindendir. Her dikey çizginin bir öncekine göre Güneş'ten on kat daha fazla uzaklığı gösterdiğini dikkate alınız. Altta solda yer alan Güneş'ten 1 GB uzaklıktaki bir cismin Güneş'in çevresini bir yılda döndüğünü görürüz. Bu Yer'le ilgili durumdur. Güneş'ten 100 GB uzaklıktaki bir kuyruklu yıldızının her bir dönüşü bin yıl sürer. Noktalarla gösterilen, kuyruklu yıldızların meydana getirdiği Oort Bulutunun (11. Kısım) dış tarafındaysa, bir kuyruklu yıldızın Güneş'in çevresinde bir kere dönmesi milyonlarca yıl sürebilir. Newton ve Halley'nin çalışmasını belirleyen bu ilişki, Kepler tarafından keşfedilmiş ve Kepler'in Üçüncü Yasası adını almıştır. Diyagram: Jon Lomberg/BPS.

yapılan yanlış bir analojiye– dayanarak kütle çekiminin bir ters orantı yasası²³ olduğunu öne sürmüşlerdi. Gezegeni Güneş'ten iki kat uzağa taşıyınca, kuvvet eski şiddetinin dörtte birine, üç kat uzaktaysa dokuzda birine iner, falan filan. Kütle çekimi yasası, her ne idiyse, gök kubbeye hükmediyordu. Bu problem doğayı kavrayışımızı belirler. Ancak hepsinin saplanıp kaldığı çok daha zor problem dairesel yörüngelerde dolanan gezegenlerin neden [uzaklığın karesiyle ters orantılı] bir kütle çekimi kuvveti tarafından sevk edildikleri değil, gezegenlerin neden eliptik yörüngelere sahip olduklarıydı.

Halley, Hooke ve Christopher Wren –mimariye yönelip Büyük Yangının ardından Londra'yı yeniden inşa eden astronom–, 1684'teki bir Royal Society toplantısından sonra bir kahvehanede, ortaya atılan ters orantı yasasını ispatlama sorunuyla başa çıkmayı değerlendirmişlerdi. Hooke çoktan ispatladığını söyleyerek şişinmiş ama tanıtını göstermeyi reddetmişti. Wren büyük ihtimalle bundan emin değildi çünkü iki ay içinde tanıtı sağlayanı bedeli kırk şilini geçmeyen herhangi bir kitapla ödüllendirmeyi önermişti. Hooke çözümü bulduğunu ama herkesin çalışmasının zorluğunu ve önemini takdir etmesi için bunu başkalarına göstermeyi sonraya bıraktığını ileri sürmüştü. Wren kırk şilini bu grup yüzünden tehlikeye atmıyordu.

Aylar geçmiş, sorun hâlâ çözülmemişti. Bundan dolayı Halley, bu işin üstesinden gelebilecek birinin yaşadığı Cambridge Üniversitesi'ndeki Trinity College'e gitmeye karar vermişti. Bu araştırmacının her şeyden önce ışık ve rengin niteliğiyle ilgili alışılmadık çalışmasına dayanarak bir dâhi olduğu kanısına varılmıştı. Ancak bu yıllar önceydi ve ara dönemin büyük bir bölümünde dehasını simya reçetelerinin peşinde koşmak ve Ortodoksların Teslis doktrinini yerli yerine oturtmak için epey çaba sarf eden Hristiyan Kilisesi'nin erken dönem teologlarından, Athanasios'un kişiliğiyle ilgili sert eleştiriler yapmakla çarçur etmişti. Athanasios'un kasti tahrifattan ve tarihi sahtekârlıktan suçlu olduğuna inanıyordu. Hiç kimseyle, özellikle de kadınlarla, normal bir ilişki sürdüremeyen bu araştırmacı sık sık paranoya ve depresyon nöbetleri geçiriyordu. Ayrıca belirgin bir şekilde hiçbir şeyin sonunu getirmemekten mustarıptı. Buna rağmen

23. Bkz. dipnot 13. (ç.n.)

ona parlak bir matematikçi gözüyle bakılıyordu ve Cambridge Halley'nin Londra'daki evinden o kadar da uzak değildi. Bu yüzden Ağustos 1684'ün bir sabahında Isaac Newton'u ziyaret etmek üzere yola koyulmuştu.

Halley'nin Newton'la (1642-1727) yüz yüze gelişi, Halley için de Newton için de bilim için de hatta sayılamayacak kadar çok açıdan dünyanın kaderi için de bir dönüm noktasıydı. Matematikçi Abraham De Moivre bu karşılaşmaya dair Newton'un yıllar sonra ilişki kurulan kişisel anlatımıyla ilgili şunları yazmıştı:

Dr. {Halley} ona Gezenler tarafından çizilen Eğri'nin farzımuhal Güneş'e yönelik çekim kuvveti ondan uzaklıklarının karesiyle ters orantılı olduğunda ne olacağını düşündüğünü sordu. Sör {Newton} derhal bu bir Elips olacaktır diye cevap vermişti, sevinçten uçan ve şaşkınlıktan afallayan Doktor ona bunu nasıl bildiğini sormuştu, o da çünkü hesapladım demişti, bunun üzerine Dr. Halley daha fazla gecikmeden ondan yaptığı hesabı rica etmiş, Sör Isaac kâğıtlarını karıştırmış ama bulamamış ama tekrarlayacağına ve ondan sonra ona göndereceğine söz vermiş...



19. Bir sterlinlik banknotta anılan en büyük İngiliz bilim insanı, Isaac Newton.

Bu vaat büyük ihtimalle ona bildik, dolayısıyla da verilen boş bir söz gibi gelmişti ama Hooke kıvrımışken Newton sözünde durmuştu. Newton'un De motu corporum in gyrum ("Yörün-

gedeki cisimlerin hareketi” –[o devirde] bilimsel eserler hâlâ Latince yazılıyordu) başlıklı [el yazmasının] bir kopyası Kasım ayında Halley’e elden ulaştırılmıştı. Dokuz sayfadan ibaretti, ters orantı yasasının Kepler Yasalarının üçünü de gerektirdiğinin tanıtını kapsamasının yanı sıra, yeni genel bir devimbiliminin²⁴ tohumlarını da barındırıyordu. Halley Newton’un neyi başardığını anında kavramıştı. Bir koşu Cambridge’e geri gitmiş, Newton’dan düşüncelerini ziyadeleştirip bir kitaba dönüştürme ve bunu çabucak yapma sözünü almıştı.

Halley’nin Newton’u ziyareti onu bir tür mistik transtan çıkarmıştı. Newton artık o kadar ayıktı ki, gözüne uyku girmiyor, aklını bozduğu üstesinden gelmesi gereken yeni mesele yüzünden ne yemek yiyebiliyor ne de başka bir şey düşünebiliyordu. İzleyen bir buçuk yıl boyunca sadece kütle çekimi ve gezegen hareketlerini açıklığa kavuşturmaya saplanıp kalarak, münzevi bir hayat geçirecekti.

Bu arada Halley Londra’ya dönmüş, vızır vızır mevkiini düşürmekle meşguldü. Royal Society 1660’ların başındaki kuruluşundan itibaren bir tür bilime gönül vermiş centilmenler kulübü gibi faaliyet gösteriyordu. Ancak bilimsel devrim 1685 civarında öyle boyutlara ulaşmıştı ki, üyelerinin gönüllü hizmetleri eldeki işle başa çıkmaya yetmiyordu. Tam gün maaşlı çalışacak bir sekretere, artan yazışmaların üstesinden gelecek, toplantı ayrıntılarını düzenleyecek ve *Philosophical Transactions*’ı yayıma hazırlayacak birine ihtiyaç vardı. Halley doğru anlamıştı. Bu mevki ona bilimde olup biten her şeyin uygun bir şekilde gözlerinin önüne serilmesini sağlayacaktı. 1656’nın başlarında bu göreve ikinci turda seçilmişti. Ancak Royal Society’den ücret alması üyeliğinden feragat etmesi, kenarda kalması ve o yüksek peruk takma onurundan mahrum edilmesi anlamına geliyordu.

Halley doymak bilmez merakını keyifle hazırdaki jeoloji, coğrafya, biyoloji, tıp, botanik, meteoroloji, matematik ve pek tabii astronomi şölenine yöneltmişti. Royal Society’yi bir kulüpten dünyanın bilimsel düşünce alışverişinin yapıldığı en önemli takas odasına dönüştürmekte kayda değer bir rol oynadığı gibi,

24. Mekaniğin kuvvet, hareket, enerji arasındaki ilişkilerini inceleyen dalıdır. Dinamik de denir. (ç.n.)

aynı zamanda kendi ilk makalelerinden birçoğunu yayımlamayı da becermişti.

Newton başyapıtını bitirmek üzereyken, Halley de konuyu Royal Society'ye açmış, eseri derneğin yayımlaması önerisinde bulunmuştu. Kitabın önemseneceğinde herkes uyduğundan, derneğin normal koşullarda yayım masraflarını karşılamaya dünden razı olması umulurdu. Oysa yayım kaynaklarının tamamını akılsızca bir başka kitaba harcayarak tüketmişti. Bu çoktandır beklenen, tahmini okur kitlesi devele kulak kalan, *History of Fish*'ti ["Balıkların Tarihi"]. Halley bu nedenle Newton'un eserinin yayım masraflarını kendi kesesinden karşılamaya karar vermişti. Öyle ya. Ama maaşı meselesine gelince... Bu da Dernek için bir sorun teşkil edecekti. Acaba Halley peruğuna mal olan maaşının elde kalan *History of Fish* nüshalarıyla karşılanmasında çok mahzur görür müydü? Halley bunu memnuniyetle kabul edip yetmiş beş tanesini eve sürüklemişti. Aşağı yukarı aynı zamanlarda, kısmen üvey annesinin babasının mülkünü yağmalaması yüzünden, artık zengin sayılmıyordu ama bunu mesele yapmamayı seçmişti.

Newton'un yakında çıkacak eserini kucaklayan beklenti Robert Hooke'un kaldıracabileceğinden fazlaydı. Ters orantı yasasının kendine ait olduğuna dair eski yalanı yeniden devreye sokmuştu. Newton'un kitabının önsözünde ona öncelik tanınmasından başka hiçbir şey onu tatmin etmeyecekti. Hanidir temsilci, yayıma hazırlayan, yayımcı ve düzeltici sorumluluklarını üstlenmiş bulunan Halley, şimdi bir başka görevi daha alacaktı: Yazara psikoterapi yapacaktı. Halley, Newton'un Hooke'un suçlamalarını daha az düşünceli bir kaynaktan duyacağı endişesiyle ona bir mektup yazmıştı. Hayranlık ve minnettarlık ifadeleriyle başlamaktadır ama sonunda sadede gelirken Halley'nin iç sıkıntısını hissedebilirsiniz:

Sizi haberdar etmem gereken bir şey daha mevcut, şöyle ki, Bay Hooke'un Kütle Çekiminin azalmasının şu kuralıyla, Merkezden uzaklıkların kareleriyle ters orantılı olmasıyla, ilgili bazı iddiaları var. Bu kavramı ondan aldığınızı söylüyor...

Newton'un ilk tepkisi ölçülüydü ama üzerinde düşündükçe çileden çıkmıştı. Hooke'la iğrenç bir tartışmaya girip çamura

bulaşmaktansa eserin üçüncü cildini geri çekmeyi tercih ederdi. Ama III. Bölüm kritikti. Richard S. Westfall, Newton'un dâhiyane biyografisinde III. Bölüm hakkında şöyle yazmıştır:

Kısacası, sadece doğanın büyük görüngülerini açıklamakla kalmayıp büyük görüngülerin ideal düzenlerinden küçük çaplı sapmalarını da açığa vuran, çekim {kütle çekim} yasasına dayalı yeni bir nicel bilim örneği ileri sürüyordu. Bu, miras kalan doğa felsefesi arka planına kıyasla, evrensel kütle çekiminin [kuvvetinin] kendisinden aşağı kalır yanı bulunmayan devrimci bir tasavvurdu.²⁵

III. Bölüm Newton'un kuyruklu yıldızlar üzerine hayranlık uyandıran çalışmasını da kapsıyordu. 1680 Kuyruklu yıldızıyla ilgili, Londra, Avignon, Roma, Boston, Jamaika Adası, Padova, Nürnberg ve Maryland'deki Patuxent Nehri kıyısı dahil, çok sayıda mahalde yapılan gözlemleri özene bezene derlemişti. (O zamanlar bile, kuyruklu yıldızları anlamak için dünya çapında iş birliği zorunluydu.) Hep birden hayli eksantrik, neredeyse parabolik yörüngeler çizdiklerini göstermişti (bkz. Resim 14'teki şekil). Newton kuyruklu yıldızların tarihiyle ilgili incelemesine dayanarak kuyruklu yıldızların çok daha sıklıkla aksi yönden ziyade göğün Güneş'e yakın tarafında görüldüklerini ve bunu kuyruklu yıldızların –sadece 1680 Kuyruklu yıldızı değil– genelde Güneş'in çevresinde döndüklerinin ve ona en fazla yaklaştıklarında ısıldadıklarının kanıtı olarak anladığını kaydetmişti. Tycho kuyruklu yıldızların gezegenlerin arasında hareket ettiklerini göstermişti; şimdiyse Newton, Halley'nin dürtmesiyle, gezegenlerinkiyle aynı tür yörüngelerinin (konik kesitler, Resim 14) bulunduğunu gözler önüne sermişti.

Newton, “Kuyruklu yıldızlar yansıttıkları Güneş'in ışığıyla parlarlar” diye yazmıştı. “Kuyrukları... ya Güneş'in ışığının onlardan çıkan bir duman tarafından yansıtılmasından ve [dumanın] kendini {uzayın} bir ucundan bir ucuna yaymasından ya da kendi başlarının ışığından kaynaklanıyordur... Kuyruklu yıldızların gövdeleri atmosferlerinin altında gizli olmalıdır.”

Halley'e göre, eserin Hooke'un temelsizliği ve büyüklenmesine barut kesilen Newton'un öfkesine kurban gitmesi yüzünden,

25. Richard S. Westfall, *Never at Rest* (Cambridge University Press, 1980).

dünyanın bu hayati katkılardan mahrum edilmesi düşünülemezdi. Hooke'un iddialarını kimsenin ciddiye almadığı konusunda Newton'u temin etmiş ve ona Wren'in geçmişte kalan 1684'teki bahis hikâyesini anlatmıştı. Israrla III. Bölüm olmaksızın eserin sadece matematikçilere hitap edeceğini ileri sürmüştü. Hooke'un taleplerinin başkaları tarafından abartıldığını savunmuştu. Dil dökmüş, gururunu okşamıştı. Sonuçta Newton insafa gelmiş ve eserin tamamının yayımlanmasına izin vermişti.

İnsanoğlunun bütün ihtimalleri arasında o olmasaydı, bu eser akla gelmez, gelse bile yazılmaz, yazılsa bile basılmazdı.

—AUGUSTUS DE MORGAN (1806-1871)
ON HALLEY'S CONTRIBUTION TO NEWTON'S
PRINCIPIA ["NEWTON'UN PRINCIPIA'SINA
HALLEY'NİN KATKISI ÜZERİNE"]

Ve modern bilimin belirleyici kanıtı, yıldızları, gezegenleri, kuyrukları ve daha birçok şeyle ilgili halihazırdaki kavrayışımızın temel taşı, *Prinosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Doğal Felsefenin Matematik İlkeleri) işte böyle ortaya çıkmıştı. Zamanla kısaca *Principia* diye adlandırılan eserin 1687 Temmuz'unda yayımlanan ilk baskısında, önsöz yerine Halley'nin Newton'a takdim ettiği onu cana minnet saydığı bir methiye yer almıştı. Son mısraları şöyleydi:

Tatlı sesini ayır Newton'a övgü için şakımaya,
O ki gerçeği bulmak üzere inceledi gizemli labirenti bir uçtan bir
uca,

Newton, esinlendi düşüncelere daldığı her fırsatta,
Apollon'un ışıktan oklarını her fırlatışında,
Newton ki ulaşan o geçit vermez sınıra,
Beşeriyle semavi arasındaki ince duvara.

Halley'nin muhakemesi gelecek kuşaklarınkinden çok farklı değildi. Kitabın tesadüfen arz ettikleri arasında kalkülüsün keşfi ve gezegenler arası uzay uçuşu teorisinin yanı sıra kıtalar arası balistik füzenin gerisindeki ana düşünce vardı.

Halley'nin dört dörtlük ebeliğinin Newton'un *Principia*'yı ortaya çıkarmasına yol açtığı yılın ertesinde, o ve Mary iki kız çocuğunun, Katherine ve Margaret'in ebeveyni olmuşlardı. Halley, hemen hemen aynı zamanlarda, Hooke'un Kitab-ı Mukaddes'te dile getirildiği haliyle Tufan'ın Yer'in kutuplarındaki bir değişiklik, Yakınoğu'nun yavaş yavaş okyanusun ekvator kuşağındaki kabarıklığının altına doğru kaymasıyla açıklanabileceği önerisi merakını uyandırmıştı. Halley, Almanya'daki Nürnberg şehrinin enleminde meydana gelen küçücük değişikliklerle ilgili yüzyıllar içinde yapılan gözlemlere aşinaydı. Enlemde meydana gelen ufaklık değişikliklerin bile çok yavaş gerçekleştiği yönünde akıl yürüterek, Yaratılış ile Tufan arasındaki dönemin, Kitab-ı Mukaddes'in harfi harfine bir yorumuyla çelişecek şekilde, Tekvin'de hesaba katılan süreden katbekat daha uzun olduğu görüşüne varmıştı. Ancak Tufan'ın hem Eski Ahit'te hem de antik Babil tasvirlerinde, hadiseler çabucak ilerliyor ve toparlanma bir yıldan daha az sürüyordu. Halley bu yüzden antik Yakınoğu'nun nasıl birdenbire sele kapılabileceğini zihninde canlandırmaya çalışmıştı. Bir kuyruklu yıldız Yer'e çok yaklaşırsa, kütle çekimsel gelgitlerin okyanusların (veya sadece Basra Körfezi'nin) Kitab-ı Mukaddes'te anlatılan hadiseleri karşılayacak kadar büyüklükte bir kara parçasını silip süpürmesine yol açabileceğini ileri sürmüştü. Halley ayrıca kuyruklu yıldızların aslında, daha korkunç sonuçlar yaratacak şekilde, zaman zaman Yer'e çarpabileceği kanısına da varmıştı. O galiba bir kuyruklu yıldızın Yer'in çok yakınından geçmesi durumunda neler vuku bulabileceği sorusunu, ilerde göreceğimiz gibi, artık birçok bilim dalı –hatta insanoğlunun ayakta kalması– açısından önemli bir soruyu sual eden ilk bilim insanıydı.

Halley'nin merakları artık her zamankinden çok daha eklektikti. İlk hava haritasını geliştirmiş, bugün televizyonda yayınlanan hava durumu haritalarında görebileceğiniz hâkim rüzgârlara işaret eden bir düzen kurmuştu. Manyetizma, ısı, hava, bitkiler, denizkabukları, saatler, havyar, ışık, Roma tarihi, aerodinamik, mürekkep balıklarının alışkanlıkları ve dere pisilerini kış ortası perakendeciliği için diri tutmaya yönelik bir yöntem hakkında değerli gözlemler yapmıştı. (Muhtemelen son ikisine onca *History of Fish* nüshası ilham vermişti.) Kendi beyanlarından

ötürü, Halley'nin afyon yuttuğunu biliyoruz. Bir Royal Society toplantısında bu eczayla ilgili kişisel deneyimini anlattığı bir söylev verdiği gibi, sanki bazen afyon ve diğer coşturucularla ilişkilendirilen sözde motivasyonsuzluk sendromundan da pek mustarip olmamıştı. Ayrıca ilk pratik dalgıç çanlarından birini icat etmiş, geliştirmiş ve denemişti. “Bu sayede” diye yazmıştı, “üç adamı 1 ¾ {saat} on kulaç derinlikte zerre kadar sıkıntı vermeden ve adeta yukarıdaymışçasına tamamen serbestçe hareket edecek şekilde suyun altında tuttum.” O kadar iyi çalışmıştı ki, Halley ikinci bir iş olarak rast giden bir kurtarma şirketi kurmayı başarmış ve sonunda halka hisse senedi satmıştı.

Halley aynı yıl Yer'in Güneş'ten uzaklığını –Venüs'ün nadiren Güneş tekerinin bir başından bir başına geçtiği süreyi ölçerek– belirleme yöntemi üzerine bir makale yayımlamıştı. Çok sonraları, 1716'da astronomi camiasına daha sonraki geçişler sırasında el birliğiyle uluslararası keşif seferleri düzenlemek için yalvardığı bir başka makale yayımlayacaktı. Kaptan James Cook'un HMS *Endeavour* [adlı gemiyle] çıktığı ilk keşif seferi özellikle Halley'nin Venüs'ün 3 Haziran 1769'da Tahiti'den [gözlenebilecek] geçişini ölçmekle ilgili ricasına cevap vermek amacıyla yapılmıştı. Dolayısıyla Halley, sadece bu nedenden ötürü dahi (ki başka nedenler de vardır) Yer'in keşif tarihinde aktif rol oynamıştır. 1761'le 1769 geçişlerinin gözlemleri ve Halley'nin hesap yöntemiyle gök biriminin, bugün kabul ettiğimiz rakamdan kıl payı farkla, hemen hemen 93 milyon kara mili (150 milyon kilometre) olduğu ortaya çıkarılmıştır. Halley bize güneş sisteminin ölçeğini vermiştir.

Halley 1691'de Oxford'daki Savilian²⁶ Kürsüsü Astronomi Profesörlüğü için düşünülmekteydi. Bunun teyidi şimdiki gibi o zamanlar da başkanlığını Hükümdar'ın yaptığı Anglikan Kilisesi'nin onayını gerektiriyordu. Ancak şeytanca bir şeyle suçlanıyordu: “dünyanın ezel ebediliğini ileri sürmekten suçlu”. (Bu ölçülere göre günümüzde birçok bilim insanı ve Hinduların hepsi Savilian Kürsüsü Profesörlüğü için yetersiz bulunurdu.) Suçu Kitab-ı Mukaddes'te bahsi geçen tufanının nedenini ele almaktı. Halley'nin dini konulardaki tasavvurları bugün astro-

26. İngiliz matematikçi Sör Henry Savile'in (1549-1622) Geometri Profesörlüğü kürsüsüyle birlikte kurduğu bir kürsü. (ç.n.)



20. Hevelius'un *Cometographia* ["Kuyruklu yıldız Atlası"] adlı eserinin, sergiledikleri diyagramların gösterdiği gibi, kuyruklu yıldız hareketleriyle ilgili boy ölçüşen hipotezlerin karşılaştırmalı iyi taraflarını tartışan üç on yedinci yüzyıl âliminin resmedildiği kapağı. Âlimler çekişirken, yukarıdaki gökyüzünde –görünüşe bakılırsa onların fark etmediği ama gözlemevinin çatısındaki yardımcılarının dikkatle izlediği– gerçek bir kuyruklu yıldız belirlemektedir. Ruth S. Freitag'ın müsaadesiyle, Library of Congress.

nomi eğitimi vermek için aranacak yeterlikle ilgisiz sayılırdı; dahası, Kilise yetkilileri tarafından ona atfedilen görüşler, gerçek görüşlerinin çarpıtılmış halleriydi. Asla Yer'in meydana getirildiğinden, başka bir deyişle yaratıldığından kuşku duymamıştı ve Kitab-ı Mukaddes'teki zaman dilimlerinin, en azından Tufan'ın devam süresinin doğru olduğunu varsaymıştı.

O günlerde hâlâ Kraliyet Astronomu veya Tahtın baş astronomi danışmanı makamını işgal eden Flamsteed, bu hadise sırasında utanç verici bir rol oynamış gibi görünmektedir. Halley'nin okyanus gelgitleri hakkında onunla uyuşmamasına o kadar bozulmuştu ki (ve belki de hâlâ Hevelius tartışmasının acısını çekiyordu) kendini birdenbire dosttan baş düşmana dönüştürmüştü. Flamsteed, Newton'a yazdığı bir mektupta ısrarla tayinin durdurulmasını istemiş, aksi takdirde Halley'nin "uçarılığı" yüzünden Oxford gençliğinin yoldan çıkacağını belirtmişti. Erdemliliğiyle dillere destan Newton bile, bu suçlamayı ciddiye almayacaktı. Flamsteed'i Halley'le uyuşup anlaşmaya zorlamıştı ama Kraliyet Astronomu buna yanaşmamıştı. Artık suçlamaların ardı arkası kesilmemişti. Halley sadece uçar değil, aynı zamanda bir aşırımcı, bir fikir hırsızıydı da. Halley bu gelişmelerin başından sonuna kadar dolduruşa kapılmaya karşı koymuştu. Cevap verirken asla ağzını açıp gözünü yummamış ve eserinin bütünlüğüne saldırıldığında da laf yetiştirenleri tartışmanın bilimsel yararlarıyla sınırlamıştı.

Flamsteed ve Kilise'nin giriştiği kampanya başarıya ulaşmış ve Savilian Profesörlüğü Halley'den esirgenmişti. Halley, sözde tanrıtanımaz inançları üzerine sorgulanması sırasında kimse'nin gönlünü yapmaya kalkışmamıştı. Onu sorgulayan Bentley adlı Kurum Papazı öfkelenmiş olmalıydı: Kırk yıl sonra büyük ölçüde Halley aleyhine nutuk çekme diye anlaşılan *The Analyst, or a Discourse Addressed to an Infidel Mathematician* ["Analist veya Bir Kâfir Matematikçiye Yönelik Söylev"] adlı bir makale yayımlamıştı.

Bentley adayı her ne kadar paylamışsa paylasın, Halley bu deneyimden keyfi kaçmadan ve bilimsel inançları sarsılmadan çıkmıştı. Yer'in yaşıyla ilgili araştırmalarına devam etmişti. Bu sefer deniz suyunun tuzluluğundan okyanusların meydana geldiği zaman işlemeye başlayan bir tür saat gibi yararlanmıştı.

Okyanus suyunun düzenli aralıklarla ölçümünün zaman geçtikçe artan bir tuzluluk bulunduğunu açığa çıkaracağını düşünmüştü. Akarsular okyanuslara Halley'nin kabaca hesapladığı bir oranda tuz taşır. Halley, deniz suyunun çok daha tatlı olduğu bir zamana yönelerek, dünyanın Kitab-ı Mukaddes'in kastettiğinden daha yaşlı –altı bin yıl değil en az yüz milyon yıllık– olduğu sonucuna ulaşmıştı. Halley'nin yöntemi Yer'in kesin yaşını belirlemekte kullanılamaz çünkü deniz suyu uzun süre önce tuza doymuştur. Gene de söz konusu yaşın alt sınırına varmakta izlenecek gayet uygun bir yoldur. Dahası bu kayaçları tarihlendirmeye ilgili bir dizi modern tekniğe dâhiyane bir şekilde zemin hazırlamaktır (bkz. 16. Kısım). Ayrıca bu bir sonraki yüzyılın, Yer'le hayatın insanoğlunun aklına hayaline gelmeyecek kadar eskiye dayandığına dair kanıtlara rastlayan, jeolog ve biyologlarını cesaretlendirmiştir. Yer'in –ve güneş sisteminin geri kalanının– yaşı, bir dizi birbirinden bağımsız kanıt silsilesinden ötürü, artık 4,5 milyar yılın bir parça üstünde diye bilinmektedir.

Halley otuz dokuz yaşındayken genellikle anıldığı eserine başlamıştı. Newton kuyruklu yıldızların, gezegenler gibi, konik kesitler (bkz. Resim 14'teki diyagram) boyunca hareket ettiklerini ortaya koymuştu ama *hangi* konik kesit olduğu bir çekişme konusuydu. Newton'un kendisi kuyruklu yıldızların [ucu] açık parabol²⁷ yörüngelerde ilerledikleri görüşüne sahipti –en azından hesaplarda elipse yaklaştırma diye parabolü kullanmıştı; Cassini çemberleri tercih etmiş ve Halley'nin yayımlanan ilk makalesiyle gücendirmekten kaçındığı aynı Salisbury Piskoposu elipse sıcak bakıyordu. Keza hiperbol savunucuları da vardı. Kim haklıydı, bunu bilmek zordu çünkü Yer'e bağlı gözlemciler güçsüz teleskoplarıyla kuyruklu yıldızları ancak Güneş'e yaklaştıklarında görebiliyorlardı. Yolculuklarının en kısa ve en hızlı bu bölümünde izledikleri yolların çizdiği yaylar neredeyse konik kesitlerin herhangi birine tekabül edebilirdi. Gerçi çemberleri doğrulamak daha zordu.

Halley başa çıkılması gereken bu meseleye –bir kuyruklu yıldızın görünmediği zamanlarda bulunduğu yerleri zihninde canlandırarak– büyük bir detektifin disipliniyle yaklaşmıştı. Konu üzerine kaydedilmiş her bir tanıklığı, Plinius ve Seneca'nın

27. Aslında parabol zaten –çember ve elipsin aksine– ucu açık bir eğridir. (ç.n.)

zamanları kadar eskiye dayanan bir dizi tanıktan payidar kalan her bir açıklamayı hatmetmişti. Newton'sa kalkülüs ve kütle çekimi teorisi sayesinde Halley'nin ustalık kazandığı bulup sap-tama teknolojisini sağlamıştı. Ayrıca bir şans unsuru da vardı; bol bol kuyruklu yıldızla süslenen bu nedenle de hareketleriyle ilgili yeni, nispeten kesin yığınla kanıtın bulunduğu bir yüzyılda yaşamakla Halley'nin talihi de yaver gitmişti.

Halley, Flamsteed'i 1682 Kuyruklu yıldızı konusunda en güvenilir gözlemci addediyordu ve Newton'a yazarak gözlemleri Flamsteed'den onun almasını rica etmişti çünkü "bunu sizden esirgemez, oysa biliyorum ki benden esirger" demişti. Newton rica edileni aynen yerine getirmişti. Halley böylece 1531, 1607 ve 1682 kuyruklu yıldızlarının yörüngelerinin niteliklerini veya öğelerini kıyaslamış ve birçok çarpıcı benzerlik bulmuştu (bkz. sayfa 85'teki çerçeveli bölüm): Eğiklikte veya kuyruklu yıldız yörüngesinin burçlar kuşağına veya ekliptik düzleme [tutulum düzlemine] göre eğim açısında (2. Kısım); kuyruklu yıldızın günberi sırasında Güneş'le arasındaki mesafesinde; gökyüzünün günberinin meydana geldiği bölgesinde ve kuyruklu yıldız yörüngesinin burçlar kuşağı düzlemiyle kesiştiği (düğüm adı verilen) yerde²⁸. Bu benzerlikler zaten aynı kuyruklu yıldızın üç farklı tezahürde görüldüğünü akla getirmek bakımından yeterliydi. Halley tezahürlerin tarihlerini karşılaştırdığında – aynen kuyruklu yıldızların eliptik yörüngelerde yol almaları halinde Newton teorisinin vaat ettiği gibi– dönemsel dönüşe [geri geliş] benzer bir şey keşfetmişti.²⁹ Meselenin düğümü neredeyse çözülmüştü.

Ancak yörünge öğeleri arasındaki farkların, küçüklüklerine rağmen, bir tezahürden ötekine gözlem yanılıklarına atfedilebileceklerden daha büyük olması Halley'i endişelendirmişti. Örneğin günberinin gök boylamı bir dereceden fazla fark ediyordu, oysa ölçümler birkaç açı dakikası³⁰ kadar kesindi. Dahası 1531'le 1607 tezahürleri arasındaki fasıla 1607'yle 1682

28. Bir başka deyişle, yörüngenin burçlar kuşağı düzlemini deldiği noktada. (ç.n.)

29. Cassini de benzer bir şey önermişti ama artık bildiğimiz gibi bu epey farklı, en azından bugüne kadar dönmeyen, kuyruklu yıldızların tezahürleri içindi.

30. Bir başka deyişle, "açısal dakika" veya "dakikalık açı" veya "yay dakikası". (ç.n.)

Halley Tarafından Bilinen Kuyrukluyıldızların Yörünge Öğeleri

Parabolik Bir Yörüngede Yol Alan Bütün Kuyrukluyıldızların Hareketlerinin Şimdiye Kadar Elde Edilen Astronomik Öğeleri

	Günberi Geçışı			Günberi		Çıkış Düğümü		Yörünge [Düzlemi] Eğikliği		Günberide Güneş'ten Uzaklığı
	Londra Zamanı			Boylamı						
	gün	sa.	dak.							
Haziran 1337	2	6	25	37	59	84	21	32	11	0,40666
Şubat 1472	28	22	23	45	34	281	46	5	20	0,54273
<i>Ağustos 1531</i>	24	21	18	301	39	49	25	17	56	0,58700
Ekim 1532	19	22	12	111	7	80	27	32	36	0,50910
Nisan 1556	11	21	23	278	50	175	42	32	6	0,46390
Ekim 1577	26	18	45	129	32	25	52	74	83	0,18342
Kasım 1580	28	15	00	109	6	18	57	64	40	0,59628
Eylül 1585	27	19	20	8	51	37	42	6	4	1,09358
Ocak 1590	29	3	45	216	54	225	31	29	41	0,57661
Temmuz 1596	31	19	55	228	15	3,2	12	55	12	0,51293
<i>Ekim 1607</i>	16	3	50	302	16	50	21	17	2	0,58680
Ekim 1618	29	12	23	2	14	76	1	37	34	0,37975
Kasım 1652	2	15	40	28	19	88	10	79	28	0,84750
Ocak 1661	16	23	41	115	59	82	30	32	36	0,44851
Kasım 1664	24	11	52	130	41	81	14	21	18	1,02576
Nisan 1665	14	5	16	71	54	228	2	76	5	0,10649
Şubat 1672	20	8	37	47	0	297	80	83	22	0,69739
Nisan 1677	25	00	38	137	37	236	49	79	3	0,28059
Aralık 1680	8	00	6	262	40	272	2	60	56	0,00612
<i>Eylül 1682</i>	4	7	39	302	53	51	16	17	56	0,58628
Temmuz 1683	3	2	50	85	30	173	23	83	11	0,56020
Mayıs 1684	29	10	16	238	52	268	15	65	49	0,96015
Eylül 1688	6	14	33	77	0	350	35	31	22	0,32500
Ekim 1698	8	16	57	270	51	267	44	11	46	0,69129

Halley'nin eserinden alınan bu çizelge burada italik yazılı üç tezahürün aynı kuyrukluyıldızla ilgili olduğuna dair vargısının temelini meydana getirmektedir. Halley'nin 1531, 1607 ve 1682 Kuyrukluyıldızlarının yörünge "öğelerini" veya niteliklerini kıyasladığında bulunduğunu kendiniz görün. Tarihler gün, saat ve dakika; gök koordinatları açı derecesi³¹ ve dakikası; günberi uzaklığıysa Gök Birimi (Yer Güneş'ten 1 GB uzaklıktadır) cinsindendir. Çıkış düğümü bir kuyrukluyıldız yörüngesinin burçlar kuşağı veya tutulum düzlemini deldiği iki noktadan biridir.

31. Bir başka deyişle, "açısal derece" veya "yay derecesi". (ç.n.)

tezahürleri arasındaki fasıladan bir yıldan fazla uzundu. Halley böylece Güneş'in çevresinde eliptik bir yörüngede dolanan münferit bir kuyrukluyıldızın metronom misali düzenliliğine ilaveten kuyrukluyıldızı bir tezahürden ötekine farklı şekilde tedirgin eden bir başka etkinin veya kuvvetin bulunması gerektiğine inanıyordu.

Newton kuyrukluyıldızların devir sürelerindeki bu farklılıklara keşfedilmemiş kuyrukluyıldızların kütle çekimlerinin yol açtığını ileri sürmüştü. Ama Halley Jüpiter ve Satürn'ün yekdiğerini tedirgin ettiğini biliyordu ve bu dev gezegenlerin ikisinden de çok daha az bir kütleyle sahip bir kuyrukluyıldızın muhtemelen iki gezegenden birinin az çok uzağından geçtiğinde bile bir kuyrukluyıldızın yakınından geçtiğinden daha fazla tedirgin edileceğini düşünmüştü. Jüpiter ve Satürn'ün kütle çekimlerinin kuyrukluyıldızın hareketi üstündeki etkilerini kabaca tahmin etmiş ve bunların ölçülen uyuşmazlıklara gayet denk geldiğini bulmuştu. Halley 1531, 1607 ve 1682 kuyrukluyıldızlarının yörünge öğeleri arasındaki küçük farkların kolay bir açıklaması olduğu sonucuna varmıştı. Bunlar, bütün gezginler gibi sapaklara, gecikmelere, yol durumlarına maruz kalan aynı kuyrukluyıldızın ziyaretleriydi.

Halley'nin kuyrukluyıldızla ilgili araştırması muazzam bir çaba göstermesini, 1337'le 1698 arasında günberi geçişi gerçekleştirmiş yirmi dört kuyrukluyıldızın yörüngelerini titizlikle hesaplamasını gerektirmişti. Aristoteles ve Seneca gibi o da eğim açılarının tesadüfi özelliğinden bir hayli etkilenmişti:

Yörünge eğikliklerinin kesin bir düzeni yok... Gezegenler gibi Burçlar Kuşağı'na mahkûm değiller, ancak... her yönde hem geriye hem de ileriye doğru [ondan] ilgisizce hareket ediyorlar.³²

Halley'nin incelediği kuyrukluyıldızların günberi geçişinde Güneş'ten uzaklıkları, yaklaşık 1 GB'den 0,01 GB'den az bir mesafeye kadar değişiklik gösteriyordu. Sonuncusu neredeyse Güneş'i sıyıran Büyük 1680 Kuyrukluyıldızına aitti. Ve -1682 Kuyrukluyıldızı dahil- kuyrukluyıldızların günötedeki uzak-

32. Başka bir deyişle, Kuzey Kutbu'nun yükseklerindeki bir hâkim noktadan bakıldığında hem saat yönünde hem de saat yönünün tersine.

lıklarının, o zamanlar bilinen en uzaktaki gezegen Satürn'ün yörüngesinin çok ötesine kadar yayıldığını keşfetmişti.³³

Halley 1705'te "muazzam emeğinin" sonuçlarını *A Synopsis of the Astronomy of Comets* ["KuyrukluYıldız Astronomisine Bir Tümbakış"] başlıklı makalede yayımlamıştı. Bu Newton'un ortaya koyduğuna göre evrenin yasalarının ilk defa Newton dışındaki bir bilim insanı tarafından astronomik bir düğümü çözmek için uygulanmasıydı. Tek başına bu bile Halley'nin bilim tarihinde iz bırakmasını garanti etmeye yeterliydi. Ama ona daha büyük uygarlık tarihinde yer etme hakkını kazandıran cesur bir hamle yaparak çok daha ileri gitmişti. KuyrukluYıldızlar binyıldır –hiç değilse halkın gözünde– neredeyse münhasıran onları alametler, simgeler, tayflar sayan –ama *şeyler* yerine koymayan– mistiklere aitti. Halley bu tekeli param parça etmişti. Hem de onları, daha önce (sadece bu kurala uymayan tutulma konusu dışında) hiçbir bilim insanının oynamadığı, kendi oyunlarında yenerek: Kehanet. 1531, 1607 ve 1682'de gözlenen kuyrukluYıldızın gelecekte elli yıldan fazla bir süre sonra döneceğini öngörmüştü. Ve bu iddiasını hiç de geçiştirmemişti. Kararlı bir şekilde, 1758'in sonunda –gökyüzünün belli bir bölümünden [doğacağını], belirli yörünge öğeleriyle– döneceğini dile getirmişti. Mistiklerin karşılaştırılabilir kesinlikte olması için dahi uğraştıkları bir kehanet pek yoktur. Devrine göre dikkat çekecek ölçüde milliyetçilikten uzaktı ama bu sefer kendini biraz şovenizme kaptırmıştı: "Bu yüzden, önceden söylediğimiz gereğince 1758 yılı civarında tekrar dönerse, açık yürekli gelecek kuşaklar bunun ilk bir İngiliz tarafından keşfedildiğini kabul etmekten kaçınmayacaklardır."

Newton, 1696 baharında Kraliyet Darphanesi Muhafaza Müdürlüğüne atanmıştı. Bu mevki onun Londra Kulesi'nde yaşamasını gerektiriyordu. Görevi krallık sikkesinin kırılmasını veya tıraşlanmasını önlemektir. Newton aylar sonra –kuyrukluYıldızlar araştırmasına henüz başlayan– Halley'i yardımcı kontrolör olarak Chester'daki darphaneye tayin etmişti. Kule'deki Müdür ve Muhafaza Müdürü altında darphanenin bölgesel tesislerinin müdürleri, muhafaza müdürleri, kontrolörleri ve benzerleri vardı. Halley, Chester'da haddelenmiş eski el yapımı

33. Aslında yörüngeleri [ucu] açık parabolere oturttuğu için, günöte noktaları fiilen sonsuzdaydı.

sikkelerden makinelerle yenilerinin üretimine nezaret ederken iki mutsuz yıl geçirmişti. O ve mahalli muhafaza müdürü iki memurun değerli madenleri kendilerine yonttuklarını fark edince –kendi amirleri Chester’daki Darphane Müdürü’nün memurlardan pay aldığından habersizce– bunu açığa vurmuşlardı. Bunu kıyasıya bir kan davasıyla düello tehditleri izlemiş ama darphaneler 1698’de kapanmış ve Halley Londra’ya dönmek üzere varestede kalmıştı.

Londra’ya daha uygun bir görev için tam vaktinde varmıştı. Yirmi altı yaşındaki, sonradan Büyük Petro diye bilinecek Rus Çarı, ülkesini nasıl Batılılaştıracağını öğrenmek için İngiltere’ye gelmişti. Gemi inşasıyla ilgili İngiliz dehası konusunda deneyim kazanma çabasının parçası olarak el emeği göz nuru döktüğü Deptford tersanesi yakınlarındaki muhteşem bir kır evine yerleştirilmişti (Birinden bunun modern bir muadilini tasavvur etmesi istendiğinde havsalası almaz –söz gelişi, bir Amerikan devlet başkanının Tyuratam [Baykonur] uzay aracı montaj tesisinde emek vermesi veya Rus devlet başkanının Cape Canaveral’daki aylar sürecektir ağır bir işte görevlendirilmesi). Petro, Newton’la vakit geçireceğini ummuştu ama Newton kendi yerine Halley’i göndermişti. Herkesin dediğine göre, İngiliz astronomla Rus Çarı çabucak dostlaşmış, birbirleriyle bilgi ve konyak tutkularını paylaşmışlardı. Halley, Petro’nun İngiltere’de bulunduğu süre boyunca onun baş bilim danışmanı ve içki içme ortağı olarak kalmıştı. Çağdaş ama tartışmalı bir hikâyede Halley’nin Bütün Rusların İmparatoru’nu gece yarısı ortalığı velveleye vererek bir el arabasıyla Deptford sokaklarında ittiği tasvir edilir. Güya ikisi de sarhoşmuş ve bu hoppalıkları süslü bir şekilde budanmış çalılara ciddi bir zarar vermiş.

Aynı yıl Mary Halley, Edmond adı verilen bir erkek çocuk dünyaya getirmiş, kocası da italikten geçilmeyen çağdaş bir tasvirde anlatılan yeni bir kariyere başlamıştı:

Bay Halley’nin Manyetik İbre Teorisi’nden [mıknatıslı pusula sapmalarından] haberdar olan Kral {III. William}, sapmanın, Navigasyon Yararına, Atlantik Okyanusu’nun çeşitli kısımlarında dikkatle gözlenmesini arzu ediyordu; Majesteleri bu amaçla 19 Ağustos 1698’de, Bay Halley’i, *gözlem yoluyla Pusula Sapmalarının Kuralını*

keşfetme, aynı zamanda da Majestelerinin Amerika'daki Yerleşmelerine uğrama, o yerlerin Boylam ve Enlemlerini daha iyi belirlemek için bazı gözlemler yapma ve Batı Okyanusu'nun [Kuzey Atlantik Okyanusu] Güneyinde hangi Toprakların yer aldığını keşfetmeye yönelik girişimlerde bulunma emirleriyle, Gemisi Paramoor Pink'e³⁴ Kumandan olarak atadı.

Halley, Cook daha yelken açmadan yetmiş yıl önce Britanya monarşisinin görevlendirdiği ilk bilimsel deniz keşif seferine komuta ediyordu. *Paramour*, Halley'nin ikinci kaptanının çıkardığı bir isyanın İngiltere'ye zamanlanmamış bir dönüş gerektirmesinden evvel, İspanya'ya, Kanarya Adaları'na, Afrika'ya, Brezilya'ya ve Batı Hint Adaları'na sefere çıkmıştı. Ardından gelen askeri muhakeme sırasında kırgın ikinci kaptanın, eskiden konuyla ilgili yazıları Royal Society tarafından kusurlu bulunan, gizli bir manyetik teorisyeni olduğu ortaya çıkmıştı. Bu duruma kin beslemiş ve kara adamı Halley kaptanı diye görevlendirildiğinde, zıvanadan çıkmıştı. Seyrüseferciliği Halley üstlenmiş ve gemisini yurduna gerçekten can kayıpsız geri getirebilmekten övünç duymuştu.

Halley *Paramour* ile iki yolculuğa daha komuta etmişti –bunlardan biri Cod Burnu'na gitmek üzere birçok tehlikenin ortasında kalarak Güney Amerika kıyısının kuzeyindeki Trinidad'a yapılmıştı. Nantucket Adası açıklarında aşırı dalgalı bir denizle karşılaşp mecburen Newfoundland'e yönelmişlerdi. *Paramour* orada gemiyi yanlışlıkla korsan gemisi sanan bir İngiliz balıkçı filosunun dost ateşine tutulmuştu. Kaptan gene gemisini sağ salım İngiltere'ye geri götürmüştü götürmesine ama bu sefer mürettebatının bütün mensuplarını memlekete dönmüş halde görme zevkine ermekten mahrum kalmıştı. Kamarot Kanarya Adaları'nın açıklarındaki azgın bir fırtınada denize sürüklenip kaybolmuştu. Halley ömrünün geri kalanında delikanlının ölümünden gözyaşlarına boğulmaksızın söz edememişti.

Halley, "Majestelerinin Emriyle 1700 YILINDA yapılan gözleme göre BATI VE GÜNEY OKYANUSLARINDAKİ [Kuzey Atlantik ve Antarktika Okyanusları] PUSULA SAPMALARINI gösteren Yeni ve Doğru bir HARİTA" [adlı çalışmasını] yayımlayarak, aldığı kraliyet emrini yerine getirmişti. Harita

34. Veya *Paramour*. Halley'nin devrinde yazım kuralları daha az katıydı.

Halley, bu manyetik [alan] haritalarının ortaya çıkışı ve rüzgârın, muson yağmurlarının ve deniz suyunun buharlaşmasının fiziği üzerine daha önce yayımlanmış eseriyle, gerçekten modern jeofizik kurucusu olarak adlandırılabilir. Ki bu durum 1957'deki Uluslararası Jeofizik Yılı sırasında Antarktika'daki kalıcı bilimsel üssüne Halley Koyu adını veren Royal Society tarafından da kabul edilmiştir.

–COLIN RONAN, EDMOND HALLEY, GENIUS IN ECLIPSE [“EDMOND HALLEY, GÖLGEDE KALAN DAHI”], 1969.

Not: Ozon tabakasındaki deliğin kaygı verici ve çığır açıcı keşfi 1985'te Halley Koyu sahillerindeki bir Britanyalı bilim ekibi tarafından gerçekleştirilmişti.

Halley'nin Yer'in manyetik alanındaki eşit sapma noktalarını göstermek üzere geliştirdiği, bugünkü manyetik haritalarda da kullanılmaya devam edilen, bir noktalı çizgi düzenini içeriyordu. Halley Atlantik haritasını genişletip, yüzyıl boyunca defalarca basılan, bir dünya haritasına dönüştürmüştü.

Halley, *Paramour*'un Kaptanı olarak 1701'de yaptığı üçüncü ve son deniz yolculuğunda yurdunun civarında kalmıştı. Amacı Manş Denizi'nin gelgitlerini incelemektir ama gizli gündeminin İspanya Veraset Savaşı'nın arifesinde Fransa kıyılarının açınmasını da kapsadığı ileri sürülmüştür. Ertesi yıl Kraliçe Anne Halley'i bir diplomatik misyonla Avrupa monarşilerine yollamıştı.

Halley İngiltere'ye döndüğünde, muhtemelen hiç beklemediği halde, ona Oxford'da bir Savilian Kürsüsü Profesörlüğü önerilmişti –ama astronomi değil geometri profesörlüğü. Flamsteed, Halley'nin bir başka Savilian kürsüsüne atanmasına karşı yürüttüğü kıyasıya kampanyadan on üç yıl sonra, ortak bir arkadaşlarına dırdırlandığı bir mektup yazarak hem Halley'nin uygunluğunu hem de kürsüyle ilgili beklentilerini yalanlamış ve “Artık bir gemi kaptanı gibi konuşuyor, küfrediyor ve konyak içiyor.” diye sızlanmıştı. Ne var ki Halley çoktan Flamsteed'in

saçtığı zehrin pek fazla zarar veremeyeceği kadar saygın biri haline gelmişti.

Kürsüdeki ilk dersi meslektaşlarının geometriyle ilgili başarıları hakkındaydı. Elbette en bol övgü için Newton seçilip ayrılmıştı. Halley Savilian kürsüsü profesörlüğündeki görev süresinin en büyük bölümünü, aralarında MÖ üçüncü yüzyılın ikinci yarısında yıldızı parlayan matematikçi ve astronom Pergeli Apollonios'un bulunduğu, geometrinin kurucularını yeniden keşfe hasretmişti. Eukleides geometri için ne yaptıysa, Apollonios da büyük Aleksandreia [İskenderiye] şehrinde konik kesitler için aynısını yapmıştı; parabolü, hiperbolü ve elipsi ilk tanımlayan oydu. Kuyruklu yıldızların yörüngelerini hesaplamakta bu eğrilerin özelliklerinden yararlanan Halley, Apollonios'a borcunun karşılığını vermek için kadim matematikçinin eserini canlandırmak istemişti. Ancak Apollonios'un eserinin –büyük ölçüde Aleksandreia Kütüphanesi'nin yakılmasından ötürü– Yunanca aslının hiçbir nüshası baki kalmamıştı. Mevcut nüshalar sadece Arapçaydı. Böylece Halley kırk dokuz yaşında kendi kendine Arapça öğrenmişti. Başlangıçta Halley'nin pas geçilip Savilian astronomi kürsüsünün verildiği David Gregory'yle birlikte çalışmıştı. Gregory, Apollonios projesi başladıktan kısa bir süre sonra ölünce Halley, birçok tamgün Şarkiyatçıyı hezimete uğratan bir görevi tek başına sürdürmek zorunda kalmıştı. Ama Halley onların başaramadığını başarmış, hatasızlığı ve içgörüsüyle devrin baş Şarkiyatçısını da hayretlere düşürmüştü. Muhtemelen geometri bilmesinin faydasını görmüştü.

Aynı dönemde *Philosophical Transactions*'ın en ilginç makalelerini daha yaygın bir okur kitlesi için üç ciltlik bir eser halinde yeniden yayıma hazırlamıştı. Bilim insanı olmayanların ihtimal ki fiziksel ve biyolojik dünyaya merak salabileceklerini düşünmüştü.

Bu arada mutsuz Flamsteed, Greenwich Kraliyet Gözlemevi'ndeki görevini Kraliyet Astronomu sıfatıyla sürdürüyordu ve gözlemlerini astronomi camiasıyla paylaşması bekleniyordu. Oysa bundan ısrarlı bir şekilde kaçınmıştı. Çoktan Royal Society'nin başkanı olan Newton, gözlemlerin durumunu anlamak için onu Greenwich'te ziyaret etmişti. Yıllarca bu aşikâr görevi ihmaline göz yumulmuştu ama bu durum 1704 civarında artık

dayanılmaz bir hal almıştı. Flamsteed, Kraliyet Astronomu sıfatıyla geçirdiği otuz yıl boyunca hemen hemen hiçbir şey yayımlamamıştı. Newton'a, Flamsteed'in *Historia Coelestis Britannica* [İngiliz Gök Tarihi] adlı hayat meşgalesinin [yıldız kataloğunun] bitmek üzere olduğu izlenimi verilmişti. Newton da yayımını ayarlamak amacıyla Londra'ya dönmüştü. Ama Flamsteed yalan söylüyordu; bitirmesi daha yıllarını alacaktı.

Kraliyet Astronomunun işi ağırdan alması ve kendini beğenmişliği Newton'u çileden çıkarmıştı. İki adamın yazışmalarında birbirlerinden bilfiil karşılıklı nefret ettiklerini doğrulayan epey kanıt vardır. Ne de yekdiğerinin yegâne düşmanıydılar. Her iki tarafta da diş bilemeye yol açacak haklı nedenler vardı ama Newton daha avantajlıydı ve bunu yüzüsüzce kullanmıştı. Sanki izleyen on yıl boyunca, aşağı yukarı aynı zamanlarda hasta ve kolu kanadı kırık Flamsteed'e eziyet etmekten korkunç bir haz almıştı.

Şimdi Halley'e, akıl almaz bir art niyetle hareket edip, onu zarara sokmak için uğraşan bu adamdan öç alması için mükemmel bir fırsat verilmişti. Ancak öç Halley'nin ilgisini çekmeyen az sayıdaki konudan biriydi. Nitekim Newton'un talebiyle, *Historia Coelestis Britannica*'nın taslağının üzerinde bizzat çalışmış, hataları düzeltilmiş, gerekli birçok hesabı yapmış ve kitap yayımlanincaya kadar da yardımını esirgememişti –ve bütün bunları Flamsteed'in [onunla ilgili] bariz arzularının hilafına yerine getirmişti. Halley Haziran 1711'de ona şöyle yazmıştı:

...hırsını yenmen için duacıyım ve senin için yaptıklarımı görüp dikate aldığıında, bir ihtimal uzun bir süredir lütfederken haz duyduğundan çok daha iyi bir muameleyi hak ettiğimi düşüneceksin
Eski dostun ve henüz (beni adlandırdığın gibi) uçarı hasmın olmayan,

Edm. Halley

Kitap kuzey semalarının haritasını [yıldız kataloğunu], teleskopsuz görülemeyecek kadar solukları dahil, 1.000 yıldızdan 3.000'e çıkarmış ve astronomlar tarafından yüzyıllarca baş tacı edilmişti. Bununla birlikte Flamsteed, Halley'nin 1712'de çıkan *Historia Coelestis* sürümü yüzünden deliye dönmüştü. 1714'e kadar neredeyse varolan bütün nüshaları yakmayı becermişti.

Adına *Britannicæ* eklenen resmi sürümü 1725'e, ölümünden sonra yapılan bir baskıya kadar yayımlanmamıştı.

Flamsteed'in aksi yöndeki görüşüne rağmen, yazışmalarıyla ilgili bir inceleme Halley'nin Flamsteed'e karşı onun 1719'daki ölümüne kadar ihtiyatlı davranmayı sürdürdüğünü akla getirmektedir. O vakit Halley'nin kendini bir şekilde muradına ermekten alıkoyduğu bir arzusuna felek el atmış, onu Flamsteed'in halefi görevini üstlenmeye itmişti. Halley Kraliyet Astronomu olmuştu. Ama sorumluluklarını devralmaya geldiğinde Greenwich Kraliyet Gözlemevi'ni astronomik aletler bakımından yoksun halde bulmuştu; dul karısının söylediğine göre, hepsi Flamsteed'in özel mülkiyetiydi. Doğruydı. Her bir sekstant ve kuadrantı kendi parasıyla satın almıştı.

Halley artık altmış üç yaşındaydı ve bilime her zamanki kadar hem merak hem de hayranlık duyuyordu. Nitekim *An Account of the Extraordinary METEOR seen all over England on the 19th of March 1719* ["19 Mart 1719'da İngiltere'nin her yerinden görülen fevkalade METEOR³⁵ hakkında bir tasvir"] adlı makalesini okuduğunuzda bugünün bilim literatüründen fiilen elenen bir tür yalın coşkuyla yüz yüze gelirsiniz. Yazısına "bu harikulade ışıldayan Meteor" diye ilan ederek başlar, devamında da "onu görmem kısmet olmadı" diyerek sızlanır. Ama başkaları görmüştür ve onların hikâyelerini anlatır. Royal Society başkan yardımcısı Sör Hans Sloan şansı yaver gidenlerden biridir. Durup dururken gece göğünde, önce Pleiades [Ülker] Yıldız Kümesi, ardından da aşağıda Orion [Avcı] Kuşağı yakınlarında, Ay'dan daha parlak bir şey görür. O kadar parlaktır ki, Sör Hans gözlerini başka tarafa çevirmek zorunda kalır. Yaklaşık yarım dakikada veya bir dakikadan az bir sürede gökyüzünde 20 derece yer değiştirdiğini tahmin eder. Sonuçta bu bir astronomik gözleme hazırlıksız bir adamın gayet esaslı bir tanıklığıdır. Ama Halley memnuniyetsizdir: "İstenirdi ki" diye söylenir, "Sör Hans bu Meteorun her şeyden önce sabit yıldızlar arasındaki İzine dikkatle bakıp, bizi Pleiades'in ne kadar yukarısından ve Orion Kuşağı'nın ne kadar aşağısından geçtiği konusunda bilgilendirseydi..." Halley'nin elinde değildir; bilmek uğruna gözü

35. "Gök taşı" veya "akanyıldız" ("akan yıldız" diye de yazılır). Yer'e düşen meteora yani "meteorit'e "göktaşı" veya "havataşı" denir. Ayrı yazınca anlamının değişmesi "modern" Türkçenin tuhaflıklarındandır. (ç.n.)

dönmüştür ve hevesi övülen nezaketini bile geçmiştir. Meteorla ilgili her şeyi bilmek istemektedir: yüksekliğini, hızını, çıkardığı sesleri, büyüklüğünü, bileşimini. Bugün sorularının cevabını bildiğimiz için kendimizi ayrıcalıklı hissediyoruz (13. Kısım). Dahası keşke bunları onunla paylaşmak mümkün olsaydı.

Halley altmış beş yaşında, tam bir iyimserlikle, güneş tutulmalarının on sekiz yıllık çevriminin iddialı bir incelemesine girişmişti. Aktüeryal çizelgenin mucidi Halley, projeyi tamamlayacak kadar uzun yaşamasının imkânsızlığını bilmiyor olamazdı. Güçlükleri yenmiş ve projeyi seksen dört yaşındayken bitirmişti.

Verimliliği ve yaşam süresi bir başka açıdan da fevkaladeydi. Fizikçilerin bazen, kısa bir yaratıcılık dönemleri nedeniyle, mayıs sineklerine benzedikleri söylenir; gerçekten de önemli buluşların dikkat çekici ölçüde büyük bir bölümü otuz beş yaşından önce yapılır. Bu deneyselcilerden çok teorik fizikçiler ve astronomlardan çok fizikçiler için doğrudur. Muhtemelen otuzundan sonra zihin geniş çaplı kavramlaştırma kapasitesinin bir kısmını kaybetmektedir. Oysa Halley, ömrünün son on yıllarında doğayı alabildiğine geniş çaplı kavrayışımız hakkında önemli teorik ilerlemeler gerçekleştirmişti: Yani evren konusunda. Sabit denilen yıldızların aslında birbirine göre yer değiştirdiğini keşfetmişti. Bu keşfini belki de Flamsteed'in kitabıyla ilgili çalışması harekete geçirmişti. Halley'nin yıldızların özdevimlerine³⁶ dair keşfinin doğrulanması için astronomide kullanılan araçların bir yüzyıl boyunca daha geliştirilmesi gerekmişti. Son yıllarında yazdığı bir başka makalesinde, merkezi bulunmayan sınırsız bir evren konusunu ortaya atarak, çok daha sonraki zamanların keşiflerini tahmin etmişti. Halley nihayet bir günah işlemiş, sonsuzluğa inanmıştı.

Mary Halley, Halley seksen yaşındayken ölmüştü. O ise kısa bir süre sonra hem felç geçirmiş hem de oğlunu kaybetmişti. Bu darbelere rağmen astronomik gözlemlerin yanı sıra, seksen altı yaşında, 14 Ocak 1742'deki ölümünden birkaç hafta öncesine kadar bilimsel toplantılara katılmaya da devam etmişti. Son

36. İngilizcesi "proper motion" olan bu terimin AnaBritannica ve dolayısıyla Vikipedi'ye göre Türkçe karşılığı "özdevinim" kelimesidir. Oysa "özdevinim" otomasyon anlamına gelen kelimelerden biridir. Zaten bu "hareket" bütünüyle yıldızla özgü değildir, bir tür görünür yani zahiri harekettir ve bir ölçüde Güneş Sistemi'nin hareketini de içerir. Terimin TDK tarafından "bir yıldızın bir yılda yaptığı açısal yer değiştirme" diye tanımlanan doğru karşılığı özdevimdir. (ç.n.)

nefesini vermeden önce bir kadeh şarap istemişti. Şarabı bir koltukta oturarak içmişti. Kadeh boşaldığında sessizce göçmüştü.

Dileği ilelebet Mary'nin yanı başında yatmaktı. Kızları ebeveynlerinin mezarına (Latince orijinalinden çevrilen) aşağıdaki methiyeyi kazıtmışlardı:

Edmond Halley, LL.D.³⁷, bu mermerin altında, sevgili karısıyla birlikte huzur içinde yatmaktadır. Şüphesiz çağının en büyük astronomuydu ama okurun bu büyük adamın yetkinliklerinin bilgisini yeteri kadar tasavvur edebilmesi için, bütün bilimlerin en güzel ve en akıllıca şekilde açıklığa kavuşturulup geliştirildiği yazılarına başvurusu gerekir. Yaşarken yurttaşları tarafından o kadar el üstünde tutulmuştu ki, gelecek nesillerin anısına saygı göstermesi bir minnettarlık icabıdır. Müşfik kızları 1742 yılında ebeveynlerin en iyisi anısına bu anıtı dikmiştir.

Edmond Halley sadece bir kuyruklu yıldız kâşifi değildi. Aslını ararsanız, bir kuyruklu yıldızın keşfi asla yapmadığı az sayıdaki işlerden biriydi.

Yaygın bir inanca göre, doğanın çapraşıklığını derinden kavramanın ceremesi yabancılaşmadır. Denir ki, bilimsel dehayla sevgi kapasitesi arasında ters orantı yasasına benzer bir ilişki vardır. Isaac Newton'un hayatına bu teoreme ışık tutan en dramatik örnek diye işaret ediliyorsa, o zaman Newton'un dehasını herhangi birinden daha fazla ortaya çıkaran dostu Edmond Halley'nin hayatı bunun en ilham verici istisnasıydı diye öne sürülebilir.

Tek bir kişinin değil, bütün insanoğlunun timsali gibiydi.

—HERBERT DINGLE, THE HALLEY LECTURE [HALLEY KONFERANSI], OXFORD ÜNİVERSİTESİ, 1956

37. İngilizce *Doctor of Laws*, Latince *Legum Doctor* anlamına gelen ve bazen fahri doktorayı da ifade eden bu unvan kısaltmasıyla Halley'nin doktora derecesi kastedilmektedir. (ç.n.)

4. kısım

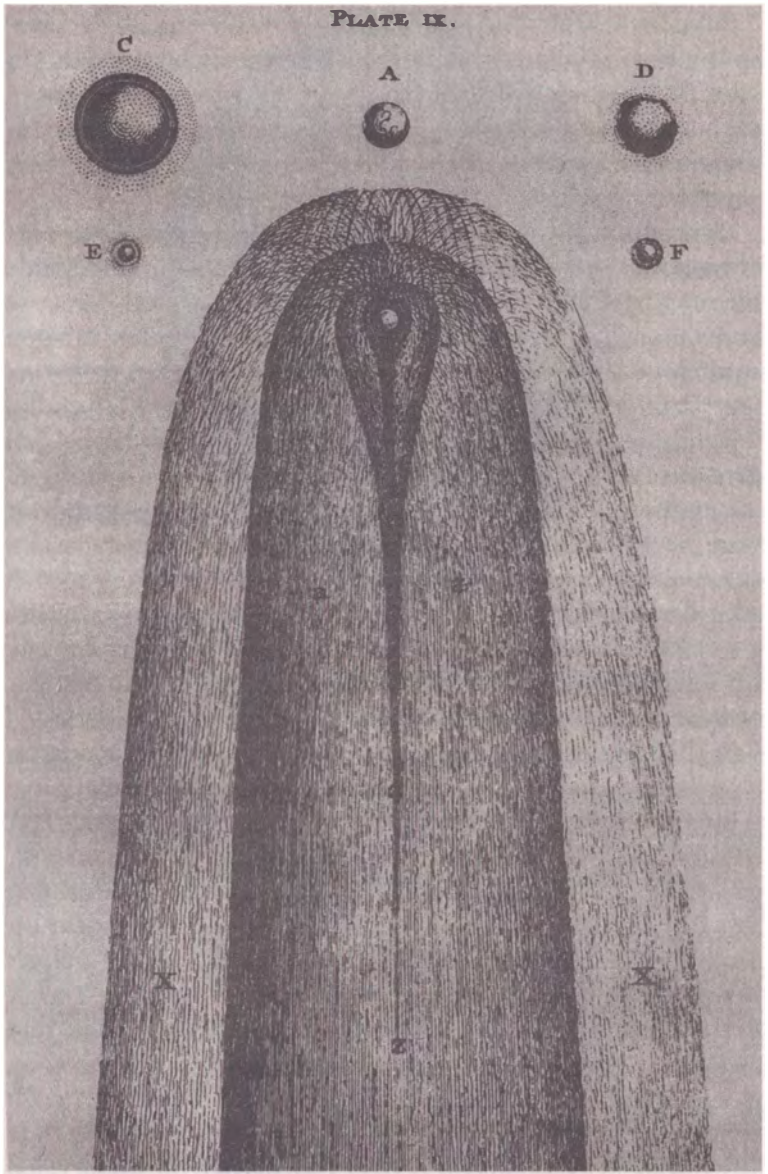
dönüş vakti

*Ay'ın koruyucusu ve dostu, Sen Yer, kuyruklu yıldızların aklından
çıkmayan,*

Evet, sonsuz uzaklıkta dönüp duran ve seni gören tekrardan!

—SAMUEL TAYLOR COLERIDGE, HYMN TO THE EARTH
[“YER İÇİN İLAHİ”], 1834

Çin Tibet ve Türkistan'ı istila etmiş; Fransız kıtaları Ohio Vadisi'ni ele geçirmiş; Britanya Fransa'ya savaş ilan etmiş; Prusya Avusturya'yı yenmiş, ondan sonra Avusturya Prusya'yı yenmiş; bir Rus birliği Almanya'yı işgal etmiş ve Britanya işgal ordusunu defetmeye yönelik bir Hint halk hareketi acımasızca bastırılmıştı. 1750'ler bu açılardan birçok diğer on yıldan hemen hemen farksızdı. Ancak aynı zamanda bir aydınlanma devriydi. Fransa'da Diderot'nun yayıma hazırladığı [Ephraim Chambers'ın *Cyclopaedia* adlı eserinin Fransızcası, kısa adıyla] *Encyclopédie* [Ansiklopedi], İngiltere'de de Samuel Johnson'un [kısa adıyla] *Dictionary* [İngiliz Dili Sözlüğü] adlı eserler yayımlanmış; Hume, Rousseau ve Voltaire yeni ufuklar açan eserler kaleme almışlar; Bach ölmüş ve Mozart doğmuştu. Lomonosov Moskova Üniversitesini kurmuştu. Hem Berlin'deki Prusya Kraliyet Bilimler Akademisi [Almancası Königlich-Preussische Akademie der Wissenschaften] hem de Londra'daki ilk akıl hastanesi kapılarını açmıştı; *Tristram Shandy* yazılmaktaydı; Tokyo'da Hokusai doğmuştu ve Virginia'da George Washington adlı bir yerölçümcü Martha [Dandridge] Custis adlı bir dulla evlenmişti.



21. Çekirdeği, saç ve kuyruğuyla Büyük 1680 Kuyruklu Yıldızının yanı sıra Yer'in çekirdeğinin ve dört başka kuyruklu yıldızın çizimi. Durhamlı Thomas Wright'ın *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe* ["Evren Üzerine Özgün Bir Teori veya Yeni Bir Hipotez"] adlı eserinden, yay. haz. Michael A. Hoskin (Londra, 1750 ve New York 1971). Michael A. Hoskin'in müsaadeleriyle.

Bilimdeyse –Edmond Halley’nin öngörüsüne inanılacak olursa– bir kuyruklu yıldızın dönüşüyle sona erecek bir on yıldız. On yılın ilk yarısında, her biri hem kuyruklu yıldızların doğasını ele alan hem de evrenle ilgili hayret uyandıracak ölçüde zamanının ilerisinde bir görüş sunan, iki fevkalade bilimsel eser yayımlanmıştı.

Durhamlı Thomas Wright doğuştan bir astronomdu. Gerçi tamamen özöğrenimliydi. 1711’de İngiltere’nin kuzeyinde bir marangozun oğlu olarak dünyaya gelmiş, “ileri derecede konuşma engelliliği” nedeniyle öğrenimini başından itibaren sürdürmekten alıkoyulmuştu. Ayrıca sanki okuldan davranışları yüzünden uzaklaştırılmış gibi de gözükmektedir. Kendini “epeyi zıpır ve spor düşkün” diye tarif etmiştir. Dönemin âdeti gereğince on üç yaşında –vaktinin çoğunu babasına delirdiğini düşündürecek kadar astronomik literatüre dalarak geçirdiği bir yere, bir saatçiye– çırak verilmişti. Edmond Halley’nin babasının aksine Wright’ın oğlunun öğrenim tercihini kitaplarını yakarak etkilemeye kalkışmıştı. Genç adam, kısa bir süre sonra kayda değer bir skandalın ayyuka çıkması sonucu çıraklıktan kovulmuştu. Bir din adamının kızına sevdalanmış ama gizli evlilik planları ortaya çıkınca “engellenmiş ve Mis eve kapatılmıştı”. Kederinden Batı Hint Adaları’na gitmek üzere bir deniz yolculuğu ayarlamış ama öfkeli babası tarafından gemiye binmesi önlenmişti.

Bu gelecek vadeden başlangıçla kendi kendine mesaha [yer ölçmesi] ve seyrüsefer [navigasyon] bilgileri edinmiş, aristokratların çocuklarına özel ders vermiş, St. Petersburg’da kurulan Rus İmparatorluk [Bilimler ve Sanatlar] Akademisi’ndeki bir profesörlük teklifini geri çevirmiş ve astronomi üzerine kitaplar yazmaya koyulmuştu. Bunlardan [kısaca] *An Original Theory of the Universe* [“Evren Üzerine Özgün Bir Teori”] adlısı tam da öyle bir eserd. 1750’de yayımlanan bu eser –tanrıların yolu, gök kubbenin bir başından bir başına saçılan ilahi süt, göğü taşıyan bir mimari dayanak yerine, hepsi uzay okyanusunda asılı duran, her biri Güneş’e benzer yıldızlardan meydana gelen yassı bir disk olduğu kaydedilen– Samanyolu’nun içyüzüyle geometrisinin ilk modern yazılı anlatımıdır. Demokritos’un zamanlarından beri Samanyolu’nun ayrı ayrı görülemeyecek kadar sönük ve uzak münferit yıldızlardan meydana geldiğini



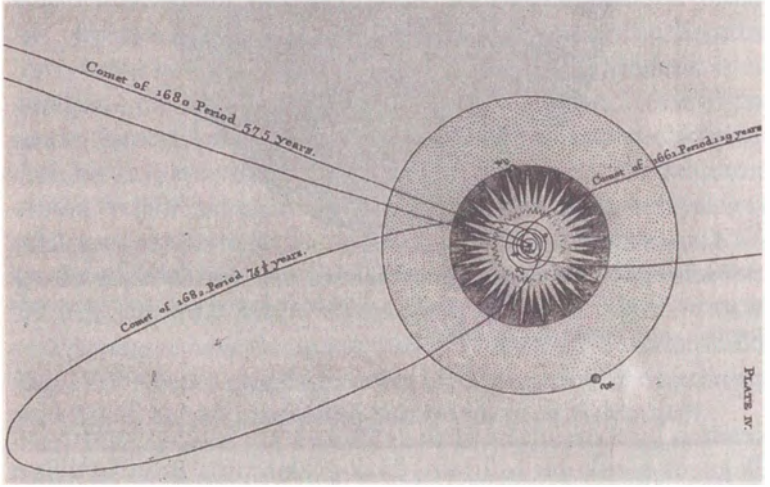
22. Durhamlı Thomas Wright'ı resmeden *Gentlemen's Magazine*'de yayımlanan bir gravür, Ocak 1793. Portre, sonsuzluğu simgeleyen kuyruğu ağızında bir yılanla çevrilidir. *Ann Ronan Picture Library*.

kestiren bir avuç insan vardı ve bu kavram Galileo tarafından ilk küçük teleskopla [dürbün] da doğrulanmıştı. Bundan dolayı Milton'ın yaşadığı devirden itibaren artık bir şairin Samanyolu'nu "yıldızlarla serpili" ibaresiyle bir Galaksi [gökada] diye tanımlaması mümkündü. Ama Samanyolu'nun Güneş'in de içine gömülü bulunduğu yassı bir yıldız yoğunlaşması olduğu düşüncesini ilk defa Wright ortaya atmıştı. Hatta yıldızların "Güneş'in çevresindeki gezegenler gibi" Galaksinin merkezi etrafında döndüğünü bile tasavvur etmişti.

Wright'ın yazılarında mistik öğelerin bulunmasına ve *Özgün Teori*'sinde ortaya attığı her şey zamanın eskitemeyeceklerinden değilse de Samanyolu'yla ilgili tasavvuru astronomi tarihinin bir dönüm noktasıdır. Eseriyse daha fevkaladedir çünkü yazarı hiçbir zaman usule uygun bir eğitim almamıştır. Bu tasavvur –yer değiştiren yıldızlarla dolu bir galaksi– ilerde göreceğimiz

gibi, kuyrukluyıldızların doğası ve kökenini herhangi bir şekilde kavramanın esası haline gelmiştir.

Bununla birlikte *Özgün Bir Teori*'de bizzat kuyrukluyıldızlar da ele alınmıştır. Teknik ressam ve yerölçümcü yeteneklerini kullanan Wright, güneş sisteminin kuyrukluyıldızların epeyi meydana olduğu mükemmel diyagramlarını tasarlamıştı. Halley'nin çizelgelediği kuyrukluyıldız yörüngelerini doğru ölçü ve yönelimlerde göstermekten (bkz. Resim 23) kıvanç duymuş, çoğu okuru nispeten küçük çaplı gezegen yörüngeleriyle ilk bakışta şaşkına çevirmişti.

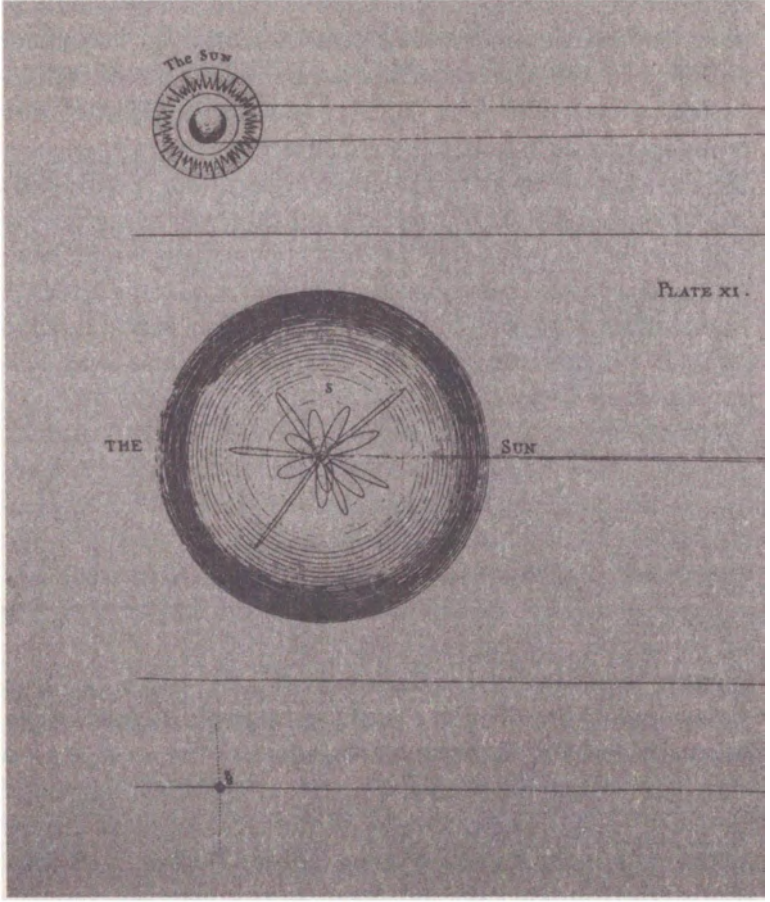


23. Thomas Wright'ın yaşadığı devirde bilinenlerden hareketle çizdiği mükemmel güneş sistemi tasviri. Merkezde her biri astronomik simgesiyle temsil edilen Merkür, Venüs, Yer ve Mars gezegenleri ve sonra, Güneş'in ışınlarının hemen dışında Jüpiter ve Satürn'ün yörüngeleri bulunmaktadır. Gösterilen üç kuyrukluyıldızdan 1680 Kuyrukluyıldızı Newton'un ilk defa yörüngesini hesapladığı, 1682 Kuyrukluyıldızı'ysa Halley'nin –bu şeklin yayımlanması üzerinden daha bir on yıl geçmeden– döneceğini öngördüğüdür. Durhamlı Thomas Wright'ın *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe* ["Evren Üzerine Özgün Bir Teori veya Yeni Bir Hipotez"] adlı eserinden, yay. haz. Michael A. Hoskin (Londra, 1750 ve New York 1971). Michael A. Hoskin'in müsaadesiyle.

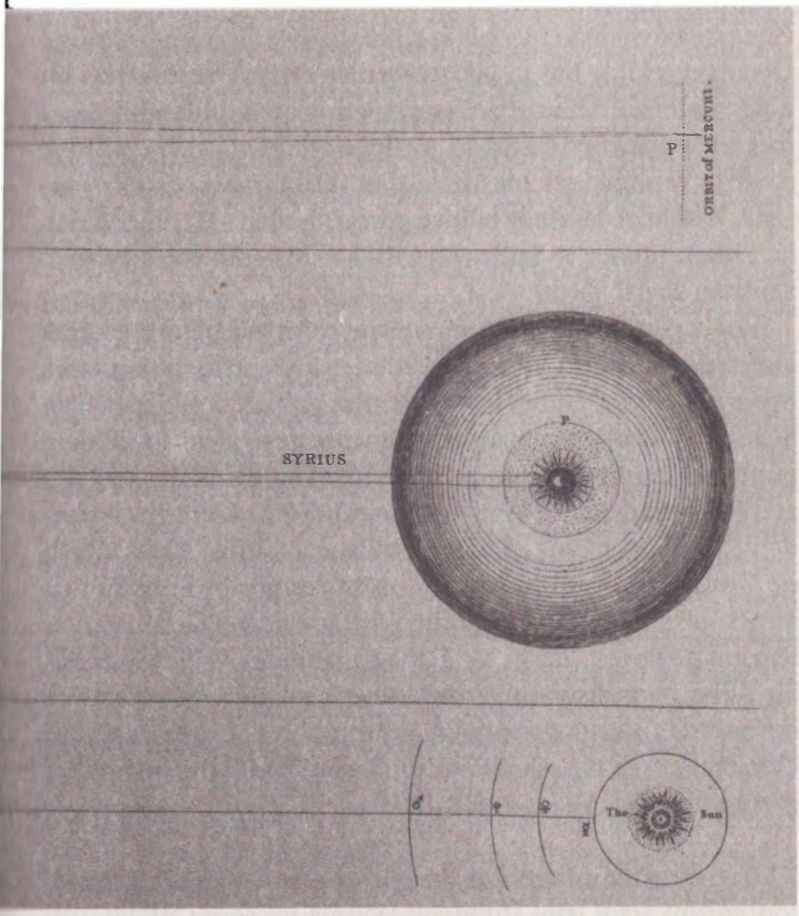
Bu çok iyi başlangıçla, devrinin elde bulunan gözlemlerinden hareketle, kuyruklu yıldızları da ölçeğinde çizmeye girişmişti. Sonuç Resim 21’de gösterilmiştir. Ölçek bakımından A Yer’i; C, D, E ve F sırasıyla 1682, 1665, 1742 ve 1744 kuyruklu yıldızlarının çekirdeğini temsil etmektedir. Aslında Wright’ın zamanında –ki genelde bu günümüzde de hâlâ geçerlidir– ölçülen kuyruklu yıldızın çekirdeği değil, saçıydı. Çekirdek –Wright da bu terimi kullanmıştır– kuyruklu yıldızın merkezindeki, kuyruğunu meydana getiren ince parçacıklarla gazın kaynağı kabul edilen, parlak katı nesnedir. Ama saç, bir başka deyişle çekirdeğin etrafındaki madde bulutu, onu perdeleyerek görmemizi engeller. Wright’ın kuyruklu yıldız çizimlerinde “çekirdeğin” neredeyse hiç bulunmayışı, bir ihtimal çekirdeğin saçla çevrildiğine dair bir ipucu veriyordu. Ayrıca çekirdek saçtan çok daha küçük, hatta bir madde örtüsüyle sarmalanmasa dahi, ayrıntıları kestirilemeyecek kadar küçük olabilir. Şeklin gösterdiği gibi, kuyruklu yıldız saçları Yer’in civarındayken Yer kadar veya ondan daha büyük boyutlara bile ulaşabilir.

Resim 21’de Büyük 1680 Kuyruklu Yıldızının, aynen Newton’un *Principia*’da Güneş’in çevresinde evrensel kütle çekimi yasasına uyarak bir konik kesit boyunca dönerken hayranlık uyandıracak bir şekilde gösterdiği kuyruklu yıldızın, Wright’ın çizdiği tasviri öne çıkmaktadır. Bu kuyruklu yıldız Halley’nin kuyruklu yıldızlara duyduğu merakın canlanmasına da yardım etmişti. Wright’ın sırf başkalarının kelimelerle tasvir ettiklerini mi çizdiğini yoksa teleskop başında yapılan çizimlere erişimi mi vardı bilmiyoruz. Ama burada resmedilenler birçok kuyruklu yıldızın görünüşlerine yakındır. (Bkz. 7., 9. ve 10. Kısımlar.)

Wright *aa* diye işaretlenen bölgeyi “kuyruklu yıldızın doğal atmosferi” olarak tanımlamıştır. Merkezdeki yakınsak çizgiler daha yoğun maddeyi temsil etmektedirler. Burada “alev almış atmosferle Güneş’in yakınında kabaran kuyruğun” bir tasvirini gözler önüne sermektedir. Daha önce söylediğimiz gibi, 1680 Kuyruklu Yıldızının “çekirdeği” iç saçtan ibarettir. Yukarısında, ardı sıra yapılan kuyruklu yıldız gözlemlerinden bildiğimiz, çekirdekten genellikle arka arkaya fışkırtılan eş merkezli üç madde kabuğu bulunmaktadır. Bu dış saçtaki kesişen ince çiz-



24. Thomas Wright'a göre güneş sisteminin ölçeği. Resimler 1-4 ile kıyaslayınız. Thomas Wright'ın *An Original Theory or New Hypothesis of the Universe* ["Evren Üzerine Özgün Bir Teori veya Yeni Bir Hipotez"] adlı eserinden, yay. haz. Michael A. Hoskin (Londra, 1750 ve New York 1971). (Ortada yer alan şekildeki kuyruklu yıldız rozeti Bohr atomunu akla getirmektedir) Michael A. Hoskin'in müsaadeleriyle.



gilerin meydana getirdiği desen tuhaf bir görüntü vermektedir. Sanki kuyrukluyıldız çekirdeğinin güneş ışınlarıyla aydınlanan tarafından uzaya oluk oluk madde akmaktadır.

Wright güneş sisteminin ölçeğini ana hatlarıyla ortaya koymak için okurlarını hem şaşırtacak hem de keyiflendirecek üç parçalı bir diyagram üretmişti (bkz. Resim 24). Üstteki şekilde Güneş'in büyüklüğü Merkür'ün yörüngesiyle ölçeklendirilmiştir. Ortadaki şekilde bütün bir gezegenler dizgesi merkezdeki bir noktayla temsil edilmiştir. Gezegenlerin nerede bulunduklarına dair tek ipucu kuyrukluyıldız yörüngelerinin meydana getirdiği rozettir. Ve alttaki şekilde Merkür'ün yörüngesiyle orantılı, sırasıyla, Wright'ın devrinde bilinen gezegenlerden –Merkür, Venüs, Yer, Mars, Jüpiter ve Satürn– geriye kalanlarının yörüngelerini yansıtan yaylar vardır.

Wright güneş sisteminin dış sınırını o devirde bilinen en uzak kuyrukluyıldızların yörüngelerinin en uç erimlerinden biraz öteye taşımış ve Güneş'le o zamanlar en yakın yıldız sayılan Sirius arasındaki “en düşük ihtimalli mesafeyi” çizmişti. (Bugün güneş sisteminin dış sınırının çapının yanı sıra Güneş'le Sirius arasındaki mesafenin Wright'ın devrinde göz önüne getirilenden epey daha büyük olduğunu biliyoruz.) Hem Sirius'u hem de Güneş'i uzaktaki hâkim bir noktadan gören, ardından da güneş sistemine gelip kuyrukluyıldızlarla gezegenlerin düzenlenişini gözleyen “derin bir Cehalet İçindeki, yeni-yaratılmış bir Zihin veya düşünen Varlık” icat etmişti. Bu varlık Sirius'un çevresinde nelerin dolandığını zihninde canlandırırdı acaba? Cevabını neşeli bir şekilde Wright verir: “Neler mi, bizimkiler gibi gezegenler.” Ve kuyrukluyıldızlar.

Wright'ın kitabı astronomların bakış açısını ve geleceğin astronomisini artık izini süremeyeceğimiz yönlerde etkilemişti; ama bilinen en önemli etkisi ertesi yıl (1751) *Freye Urtheile und Nachrichten zum Aufnehmen der Wissenschaften und Historie überhaupt* [“Genel Olarak Bilim ve Tarihte Gelişme Kaydetmek İçin Serbest Görüş ve Haber”] adlı bir Alman dergisinde çıkan eleştiri nedeniyle vuku bulmuştu. Derginin üniversite

kasabası Königsberg’de yaşayan okurlarından biri, Isaac Newton’un eserinin kapsamı ve inceliğinden etkilenen, yirmi yedi yaşındaki lisansüstü öğrencisi Immanuel Kant’tı. Daha sonra felsefenin büyük şahsiyetlerinden biri haline gelecekti ama 1750’lerin başlarında esasen bilimle ilgileniyordu. Wright’ın evren tasavvuruyla gözü açılan ama henüz kitabının sadece bir eleştirisini okuyan Kant, 1755’te *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* [Evrensel Doğa Tarihi ve Gökler Kuramı] adlı eserini yayımlamıştı. Nitekim eserinde Wright’a ne kadar borçlu bulunduğunu ortaya koymaktadır. Kant’ın bu kitabı Halley KuyrukluYıldızının beklenen dönüşünden dört yıl önce yayımlanmıştı.

Kant ve Wright entelektüel hayatlarında akrabaydılar. Ama özel hayatları birçok açıdan farklıydı. Doğuştan gelen zekâsı dışında Kant’ın az sayıda doğal avantajı vardı. Wright’ın aksine ebeveyni onu teşvik etmişti. Ömrü boyunca sağlığı bozuktu. Göğüs kafesi çarpıklığından mustarip ve ancak bir buçuk metrelik bir boya sahip Kant, ağırlıkla yürüyüşten oluşan sıkı bir düzenli egzersiz rejimine tabi kılınmıştı. Babası bir eyerciydi. Wright hiç değilse papazın kızıyla kaçmayı *planlamışken*, anlaşılan Kant annesi dışında hiçbir kadınla yakın bir ilişki yaşamamıştı. Wright kısmetini çok uzak Amerika’da aramaya hazırlanırken, ömrü boyunca Kant Königsberg’den asla yüz kilometreden fazla uzaklaşmaya yeltenmemişti. Wright skandallara çanak tutmuşken, Kant kurallara uygun hatta biraz fazla ağırbaşlı davranmıştı. Wright okuldan atılmışken, Kant öğretmenlerinin hayranlık duyduğu hayli başarılı bir öğrenciydi. Wright ve Kant farklı insanlardı. İkisini de farklı kültürler şekillendirmişti ama ikisi de hepsi Newton’un, hem uzak geçmişteki hareketlerini zihnimize canlandırmamıza hem de uzak gelecekteki konumlarını öngörmemize izin veren, evrensel kütle çekimi yasasına ağırbaşlılıkla boyun eğmiş halde yer değiştiren sayısız yıldız ve sayısız dünyaya dair büyük tasavvurunun büyüüne kapılmıştı.

Kant’ın *Gökler Kuramı*³⁸ birçok alanda çığır açmıştı. Wright’ın

38. Bu eserin tam adı *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Welt-*

Samanyolu'yla ilgili görüşüne içi yıldızlarla dolu iki paralel düzlemlle sınırlı yassılmış bir uzay hacmi manasını vermişti. Kant, modern astrofiziğin başlıca konularından birini, Galaksinin köken ve evrimi konusunu ele alan ilk kişiydi. İlâveten iddialı bir hamle daha yapmıştı –Samanyolu'nun, 1920'lere kadar hakkıyla ortaya koyulmayan bir kozmik bakış açısıyla, her biri yıldızlarla hatta belki gezegenler ve hayatla dolu sayısız başka galaksilerden biri diye varsaymıştı. Wright böyle bir tasavvura ulaşmaya çalışmış ama kavrayamamıştı. Kant'sa doğru şekilde Andromeda Takımyıldızındaki M31 gibi sarmal bulutsuların [spiral nebuların] uzaktaki Samanyolları olduklarını ileri sürmüştü. Her biri bir yığın güneşten meydana gelen bir galaksiler evreninde yaşadığımız belki de modern astronominin en önemli keşfiydi.

Gökler Kuramı sayfalarında, güneş sisteminin yaygın bir yıldızlararası madde bulutundan meydana geldiğine dair ilk ifade dahil, keyfi çıkarılacak pek çok başka şey vardır. Bu düşünce günümüzde Kant-Laplace hipotezi diye bilinmekte ve bu madde bulutuna artık güneş bulutsusu denilmektedir. Halley KuyrukluYıldızının öngörülen dönüşünü yapacağı bir on yılda astronomi üzerine kalem oynatan biri olarak Kant da haliyle kuyrukluYıldızları ele almıştı:

KuyrukluYıldızların en ayırt edici belirtileri dış merkezlilikleridir... Atmosferleri ve kuyruklarıdır ki, Güneş'e o anlı şanlı yaklaşımlarında onun ısısı nedeniyle yayılırlar, ... cehalet çağında dehşet salan alışılmadık nesneler{di} {ve} ahali onlara hayali kaderleriyle ilgili kehanette bulunanlar gözüyle bakar{dı}... KuyrukluYıldızları gezegenler cinsinden tamamen farklı özel bir gök cisimleri türü addetmek mümkün değildir.

KuyrukluYıldızları, “uzayın merkezden çok uzak bölgele-
rindeki ve {kütle çekiminin} cazibesiyle hafifçe yer değiştiren
ilkel maddenin” yoğunlaşması diye zihninde canlandırmıştı.
Gezegenlerin aksine, kuyrukluYıldızların yörüngeleriyle her
çeşit eğim açısı meydana getirdiklerini hayal etmiş, bu durumu
“kuralsız özgürlük” diye tanımlamıştı. “Bundan dolayı” demişti,

gebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt [“Evrensel Doğa Tarihi ve Gökler Kuramı veya Newton Yasalarına Dayanarak Evrenin Topyekûn Yapısının Vücut Buluşu ve Mekanik Kökeni Üzerine Bir Deneme”] idi –bir ağız dolusu büyük laf ama ne de olsa bunlar Kant'a ait.

“kuyruklu yıldızlar bize hiçbir kısıtlama olmaksızın her yönden gelecektir.”

[Eserinde] kuyruklu yıldızların yoğunluğunu, daha doğrusu kimyasını ele aldığı anda, nefes kesici ölçüde iyi bir başlangıç yapar:

Kuyruklu yıldızların ortaya çıktıkları maddenin karakteristik yoğunluğu kütlelerinin büyüklüğünden daha dikkate değerdir. Evrenin en uzak bölgesinde meydana geldiklerinden muhtemelen parçacıkların en hafif türünden mürekkeptirler ve şüphesiz bu onları diğer gök cisimlerinden ayıran buhardan başlarla kuyrukların da en önemli nedenidir.

Ama devamında yolunu şaşırır:

Kuyruklu yıldızların maddelerinin bu şekilde buharlaşarak dağılması Güneş ısısının etkisine atfedilemez; çünkü kimi kuyruklu yıldızlar Güneş’e Yer’in yörünge mesafesi kadar [bile] güç belâ yaklaşır ve çoğu Yer’le Venüs’ün yörüngelerinin arasında durur ve ardından geriye döner. Eğer bu kadar orta karar ısı derecesi bu cisimlerin yüzeyindeki maddeyi bu ölçüde çözüp seyreltiyorsa, bunların ısının doğanın tamamındaki diğer maddeleri maruz bıraktığından daha fazla seyrelen alabildiğine en hafif şeylerden meydana gelmeleri gerekmez mi?

Kant’ın sorunu Yer’in Güneş’ten uzaklığı mesafesinde katıdan buhara dönüşecek bir madde bulmaktır. Sualinin cevabı için, belki tam da bu satırları yazarken, penceresinden dışarı bakıp donmuş Pregolya Nehri’nden bir buhar bulutunun yükseldiğini görmesi yetecekti: Buz. Her zamanki su buzdu. En azından Yer’deki egzotik bir töz değildi. Özel bir semavi şey de değildi. Sadece buzdu.

Kant’ı –fevkalade bir çağda bu meselelere dair fevkalade ileri görüşlü birini– şimdi gerçekten ne olduğunu bildikten sonra eleştirmek elbette haksızlıktır. Bizler onun devriyle bizimki arasında yaşayan bir sürü yetenekli bilim insanının emeğinin mirasçısıyız. Gene de onu, elde tüy kalem [aradığı] bu olağanüstü “en hafif şey” her tarafındayken bunun derdine düşüp özünü kavramaya çalışırken ki halini zihninizde canlandırın. Yüzyıllarca öncesine uzanıp onu cesaretlendirecek iki çift laf etmek istersiniz. Şüphesiz bunun belki daha basit bir açıklaması

vardır. Bir ihtimal çalışma odası penceresizdi. Ya da *Gökler Kuramı*'nın ikinci bölümünün üçüncü kısmını yazın kaleme almıştı.

Kitabın başka yerlerinde doğru cevaba neredeyse hiç beklenmedik bir yoldan varır. Geçmişte kalan bir zamanda Yer'in kendisinin –doğru şekilde, her biri kendi münferit yörüngesinde dolanan muhtemelen buzdan mürekkep küçük dünyalardan meydana geldiğine inandığı– Satürn'ün halkalarına benzer bir halkayla süslendiğini hayal etmişti. O durumda gökyüzünün ne kadar güzel olabileceğini düşünerek havalara uçmuştu:

Yer'in etrafında bir halka! Yer'i bir cennet diye yaşamak üzere yaratılanlar için ne güzel bir manzara! Doğanın her yönden yüzlerine gülsün diye tasarlandığı onlar için ne büyük bir ferahlık!

Birdenbire böyle bir halkanın Tekvin'deki tuhaf “kubbe üzerinde olan sular” ibaresini –suyun bir bakıma gök kubbeye içkin bulunduğunu– açıklayabileceğini anlar. Kant bu düşüncenin “yorumcuların başına hanidir az dert açmadığını” kaydeder –yani fizikle Kitab-ı Mukaddesi bağdaştırmaya çabalayanların. Nitekim Aquino'lu Tommaso *Summa theologiae* [İlahiyat Toplu Yapıtı] adlı eserinde zamanını tam da bu meseleye hasretmişti. Kant'ın yorumculara bir önerisi vardı:

Halka onlara bu zorlukla baş etmekte bir fayda sağlamaz mı? Halka hiç şüphesiz sulu buharlardan meydana geliyordu ve bunun Yer'in ilk sakinlerine yarayabilmesinin yanı sıra bazen, ihtiyaç duyulduğunda, çözülüp böyle bir güzelliği hak etmez hale gelen dünyayı bir Tufan'la cezalandırmakta kullanılabilecek ek bir özelliği daha vardı.

Dolayısıyla gözlerimizin önüne Yer'in çevresindeki, Satürn'deki kuzeni gibi sudan mürekkep her biri münferit yörüngelere sahip uydulardan meydana gelen, bir halkanın imgesi serilmektedir. *Gökler Kuramı*'nda gerçekten de uzayda Yer'in civarında –kâh katı, kâh sıvı, kâh da gaz halindeki– sudan oluşan cisimler bulunduğunu ortaya atmaktadır. Ama umut verici ölçüde yaklaşmasına rağmen, kuyrukluyıldızların asla buzdan meydana gelebileceğini hesaba katmamaktadır.

Kant kuyrukluyıldızların Satürn'ün yörüngesinin ötesinde, ileri derecede dış merkezli ve her çeşit eğim açısına sahip bir cisimler bulutu halinde yoğunlaştıklarını; kendilerini iç güneş

sisteminde Yer'in yörüngesine yaklaşırken bulduklarında Güneş'in ısısının onları ısıttığını ve yüzeylerini buharlaştırdığını ve kuyrukluğunun bu buhardan meydana geldiğini ve Güneş'in bir tür elektriksel etkisiyle geri itildiklerini ileri sürmüştü. Kant'ın kuyruklu yıldızların neredeyse buzdan oluştuğu çıkarılması bir yana, bu 1755 için çok iyi bir açıklamadır.

Kant'ın kitabı otuz bir yaşındayken basılmış ve Büyük Friedrich'e [II. Friedrich] ithaf edilmişti. Ancak nüshaları ne Prusya İmparatoruna ne de bir başkasına verilmişti; kitap tam matbaadan çıkarken yayımcı iflas etmişti. Otoriteye boyun eğişi bakımından ithaftaki el etek öpme, o devir için normaldi. Özdeşbaskısı [reprodüksiyonu] sayfa 110'daki çerçeve içindedir. Aslını ararsanız, Kant Friedrich'in ateşli bir taraftarı değildi ve yüzyılın ilerleyen yıllarında kraliyet karşıtı Amerikan ve Fransız devrimlerindeki duyguları güçlü bir şekilde paylaştığını ifade edecekti. Kant defalarca devletin savaşa çok eğitime az para harcadığından şikâyet etmişti.

Dini konularda da epeyi ihtiyatlıydı. Güneş sisteminin evriminin doğa kurallarına uygun, sadece Newton fiziğine dayalı bir açıklamasının hüküm süren inançlara yönelik hakaret içermesi ihtimali canını sıkıyordu. Doğru şekilde, yerleşmiş dinlerin mensuplarının aşağıdaki gibi karşı geleceklerini tahmin etmişti:

Düzeni ve güzelliğiyle dünyanın yapısı sadece kendi evrensel hareket yasalarıyla yetinen maddenin bir sonucuysa ve doğa güçlerinin kör mekaniği kargaşadan bu kadar muhteşem bir eser çıkarabiliyorsa ve [doğa güçlerinin] kendileri de bu kadar kemale erebiliyorlarsa, o halde İlahi Müellif'e dair evrenin güzelliğinin harikuladeliğine dayandırılan tanıt bütünüyle hükmünü kaybeder. Demek ki doğa kendine yeterlidir; İlahi idare gereksizdir...

Yani evrenin işleyişinin doğrusunu bilmek bağınaz inançları hükümsüz kılmaya yarıyorsa tehlikeli olabilir. Bu iddia hâlâ revaçtadır. Kant bunun ışığında, "kendimi dini görevler bakımından güvende hissedinceye kadar bu işin peşine düşmeye kalkışmadım." der. [Bir başka deyişle] bilimsel düşüncelerini geleneksel dini öğretiyle bağdaştıramasaydı, bunları baskılamış olacağını söyler.

Filozof ve Kral

Immanuel Kant'ın
Doğa Tarihi ve Gökler Kuramı'nı
Büyük Friedrich'e ithafı

PRUSYA KRALI, BRANDERBURG MARKGRAFI, KUTSAL
ROMA-GERMEN İMPARATORU ŞANSÖLYESİ VE
ELEKTÖRÜ, SİLEZYA HÜKÜMDARI VE ARŞİDÜKÜ, VS
EN YÜCE, EN GÜÇLÜ KRAL VE EFENDİ
FRIEDRICH'E,

EN LÜTUFKÂR KRAL VE EFENDİM, EN YÜCE,
EN KUDRETLİ KRAL, EN LÜTUFKÂR KRAL VE EFENDİ!

Kişisel değersizlik duygusu ve tahtın ihtişamı beni o kadar çekingene ve ödle yapıyor ki, buna rağmen Hükümdarların en lütufkârının bütün tebaasına eşit bir alicenaplıkla inayet etmesi benimsediğim ataklık nedeniyle bana kötü gözlerle bakılmaya-çağına dair umut veriyor. En derin saygılarımla Ekselanslarının Akademilerini münevver Hükümdarlarının teşviki ve himayesi sayesinde bilimlerde diğer ülkeleri imrendirecek kadar gayrete getiren Asil Majestelerinin önüne bu vesileyle o çalışmanın çok küçük bir tanıtını seriyorum. Kendisini bir ölçüde ülkesi lehine işe yarar kılabilmek için durmaksızın gayret gösteren kullarının en mütevazısı ve en saygılısının emek verdiği halihazırdaki Deneme Hükümdarımızın yüce takdirini kazanmayı başarırsa kim bilir ne kadar mutlu olurum. Ölünceye kadar en içten bağlılığımla,

Ben,

ASİL MAJESTELERİ'NİN

En mütevazı Hizmetkârıyım,
YAZAR.

KÖNİGSBERG
14 Mart 1755.

Kant bu ihtiyatlı yaklaşımlarına rağmen, 1788’de hayatında ilk defa, aynı anda hem siyasi hem de dini yönleri olan bir çekişmeye bulaşmıştı: Friedrich’in halefi II. Friedrich Wilhelm Avrupa kültürüne bilim ve akılcılık katan Aydınlanma’nın yıkıcı öğretilerinin kökünü kazımak için bir kampanya başlatmıştı. 1794 Kant’a felsefeyi “kötüye kullanmasında” mahzur gören bir kararname tebliğ edilmişti. Kim felsefenin yararları hakkında daha fazla bilgi sahibiydi, Prusya imparatoru mu yoksa Immanuel Kant mı? Öğretileri hüküm süren teolojik irfanla yeterince uyumlu bulunmamış ve açık açık uyarılmıştı: “Bu kararnameyi dinlemezsen, şüphesiz tahmin edersin ki başına tatsız şeyler gelebilir.” Kant çok geçmeden rıza göstermiş ve itaatkârlığını doğrulamaya girişmişti: “İnsanın kanına işlediği inançlarından [vicdani kanaatlerinden] cayması ve bunları inkâr etmesi namertliktir ama halihazırdaki durumda susmak da bir tebaanın görevidir. İnsanın söylediği her şey doğruysa, bundan her doğruyu alenen söylemesi gerektiği sonucu çıkarılmaz.” Bu meselede hiç ağırlığı yoktu.

Kant’ın 1899’da biyografisini yazan Friedrich Paulsen, Almanya’nın yirminci yüzyılın ilk yarısındaki trajik tarihi göz önünde tutulduğunda fevkalade ilgi çekici bir kişilik değerlendirmesi yapmıştır:

Belki diyebiliriz ki, Kant’ın ahlak felsefesiyle Prusyalıların mizacı arasında derin bir ilişki vardır. Hayatın bir hizmet [görev] olarak tasavvuru, her şeyi kuralına göre düzenleme eğilimi, insan doğasına bir miktar inançsızlık ve bir tür hayatın doğal bütünlüğünden [*Volständigkeit*, tamlığından, eksiksizliğinden] yoksunluk, bunlar ikisinin de ortak özelliğidir. Burada karşımıza çıkan son derece saygın bir insan kişiliğidir. Ama pek cana yakın değildir. Haliyle verilen [her] görevi yerine getirmeye [vazifesinaslık] ve katı doktrinci bir ahlaklılığa dönüşebilecek soğuk ve haşın bir şey barındırır.

Kant’ın ünlü felsefi araştırmaları Newton’un dünyayla ilgili tasavvurunun genel sonuçlarını anlama girişiyle başlamıştı. Kant’ın felsefesinin büyük bir bölümü Gottfried Wilhelm Leibniz’in geniş ölçüde etkili felsefesiyle, tamlik sabuklamaları içeren yapmacıklı, şekilci ve antroposantrik [insanmerkezci] dünya görüşüyle uzun boylu bir uyumsuzluğu yansıtıyordu. (Leibniz, Newton’un uzun uzun kin güttüğü çok sayıda insandan

biriydi.) Kant *Kritik der reinen Vernunft* [*Saf Aklın Eleştirisi*] adlı eserinde, felsefede bir Kopernik [Copernicus] devrimi yaptığını ilan etmişti. Kopernik Güneş, Ay ve yıldızların görünürdeki hareketlerinin aslında gözlemcinin hareketinden kaynaklandığını göstermişti. Leibniz'in ileri sürdüğü gibi –ölümsüzlük, özgürlük ve Tanrı dahil– bazı konular bilinebilirdi ama Kant bizzat doğaları gereği bunların insanlar tarafından tam anlamıyla yaşanamayacağını [duyumsanamayacağını] ve bunların zaten büyük ölçüde bilinmeyenler olduğunu iddia etmişti. Kant'a göre, Leibniz bilmenin gerçeğini değil yanılsamasını ortaya koymuştu. Bunlar kafa karıştırıcı şeylerdi ve elbette yetkililer tarafından yıkıcı sayılmışlardı.

Kant'ın felsefe tarihindeki rolüne genelde ustalıkla gözüyle bakılır ama metafiziği başkalarına bırakıp gençliğinin fevkalade bilimsel çalışmalarını sürdürseydi önünde sonunda daha verimli olup olmayacağını merak ediyoruz –farkındayız bu ana akım görüşlere ters düşen bir bakış açısıdır. Nitekim Kant'ın mezar taşında kendi kelimeleriyle [mealen] şöyle yazılıdır:

Tepedeki yıldızlı gök kubbe ve içteki ahlak yasası gönlü gitgide yeni ve artan bir hayranlık [duygusu] ve huşuyla doldurur...³⁹

Edmond Halley 1682 KuyrukluYıldızının 1758'in sonunda döneceğini öngörmüştü. Kehanetinin bahsi geçen zamanda neden çok az yürek hoplattığını anlamak kolaydır; 1758 o günlere göre bir yüzyıldan daha fazla ilerideydi. Halley 1742'de vefat ettiğinde ölüm ilanlarında onun kuyrukluYıldızın dönüşünü öngördüğünden hiç bahsedilmemişti. Aksine keşif gezisine ve dalgıç çanı buluşuna büyük yer verilmişti.

Ancak 1757 civarında kafalarını Newton'un kütle çekimi fiziğinin aslında gelecekle ilgili kehanette bulunmak için kullanılabileceği düşüncesine takanlar vardı. Bunlardan biri ilk makalesini on üç yaşında yazan seçkin Fransız matematikçi Alexis Clairaut.

39. Kant'ın *Kritik der praktischen Vernunft* [*Pratik Aklın Eleştirisi*] adlı eserinden alınarak mezar taşına kazınan bu cümlemin Almancası: "Zwei Dinge erfüllen das Gemüt mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir." Türkçesi: "Üzerinde sıkça ve ısrarla düşündükçe iki şey gönlü gitgide yeni ve artan hayranlık [duygusu] ve huşuyla doldurur: Tepemdeki yıldızlı gök kubbe ve içimdeki ahlak yasası." (ç.n.)

Bir son dakika kararıyla Halley'nin 1682 Kuyruklu Yıldızıyla ilgili yörünge cetvelini ve öngörülen dönüş vaktini mükemmelleştirmeye çalışmıştı. Yenilenmiş öngörünün kuyruklu yıldızdan önce gün ışığına çıkması elbette, "hiç kimsenin gözlemlerle hesaplar arasındaki uyuşmadan kuşku duymaması bakımından" bir zorunluluktur. Ama kuyruklu yıldız hızla yaklaşıyordu ve bu Jüpiter, Satürn, Yer ve kuyruklu yıldız arasındaki kütle çekimi etkileşiminin 150 yıllık bir dönem için titiz bir şekilde hesaplanmasını gerektiren muazzam bir işti. Clairaut astronom Joseph-Jérôme Le Français de Lalande'ı ona yardım etmek üzere işe koştuğunu ileri sürmüştü. Lalande'in söylediklerine kulak asarsak, tam tersiydi. Bununla birlikte Clairaut ekibin, onsuz -Lalande'in sonradan itiraf ettiği gibi- kuyruklu yıldız geçme girişimini göze alamayacakları, üçüncü bir üyesinden alenen hiç bahsetmemişti. Oysa övgüyü büyük ölçüde hak eden oydu.

Nicole-Reine Étable de la Brière Lepaute'un böylesi fevkalade bir hayat geçirmek için göğüs vermek zorunda kaldıklarını ancak hayal edebiliriz. Üst tabaka mensubu kadınların görünüşlerine, ev bark işlerinin yürütülmesine göz kulak olma yeteneğine ve deli dolu çene çalma kapasitelerine bakarak itibar gördükleri bir çağdı. Madam Lepaute bu idealleri yerine getiriyordu ama aynı zamanda birinci sınıf bir matematikçiydi. Bu bağlamda, Lalande'in *Bibliographie astronomique* ["Astronomik Kaynakça"] adlı eserinde ona duyduğu minneti açıklarken dile getirdiği gibi, meslektaşları açısından sorun yaratıyordu. Lalande, Lepaute'un 1788'deki ölümünün hemen ardından kaleme aldığı eserinde onu hem uzun uzadıya yüceltmekte hem de küçümsemektedir. Evet, kuyruklu yıldızla ilgili çalışmaları sırasında vazgeçilmezdi ama yeterince güzel değildi (bkz. Resim 25). Evet, ıraklık açıları [paralaks] cetvelleri ve Avrupa'nın tamamı için 1764'deki yıllık tutulmaları doğru bir şekilde öngörmesi önemliydi ama hayır, Lepaute'un kendisi daha çok erkek akrabaları bakımından önemliydi. Lalande ona hak ettiğinin ancak şu kadarını *verecekti*: "Hesapları asla ev işlerini engellememişti; hesap defterleri astronomik cetvellerle yan yanaydı." Clairaut'ya gelince, "Madam Lepaute'un meziyetlerini çekemeyen ve iddialı ama zerre kadar bilgisi olmayan bir kadınla uyum uğruna" Madam Lepaute'un katkısına değinmekten hepten kaçınmıştı.



25. Nicole-Reine Étable de la Brière Lepaute. Portre: Guillaume Voiriot. Michel-Henri Lepaute'un müsaadeleriyle.

“[Bu kadının] kontrolü altına aldığı basiretli ama zayıf bir bilim insanının bu şekilde adaletsiz davranmasını sağlamaya gücü yetmişti.” Ya da Lalande’in meseleyle ilgili görüşü böyleydi. Bilimsel biyografiler o devirde incelikten daha bir yoksundu.

Ancak bulduğu kusurlara rağmen Lalande’in ona düşkünlüğü aşikârdır:

Fransa'da astronomi konusunda içgörü kazanan tek kadın Madam Lepaute'tu... Benim için o kadar değerliydi ki cenaze alayında yürüdüğüm gün babamın vefatını öğrendiğimden beri yaşadığım en kederli gündü... Onun yakınında ve ailesinin arasında geçirdiklerim benim en hazzettiğim zamanlardı, neyse ki keder ve acıyla karışık anısı ömrümün son yıllarında yüreğime bir miktar su serpmişti... Hâlâ gözümün önündeki portresiyle teselli bulmaktayım.

1757'de Lepaute'un derdi kesinlikle başından aşkın olmalıydı. Clairaut ve Lalande'la gece gündüz, çoğunlukla aç biilaç çalışmış, altı ay boyunca kuyruklu yıldızla umutsuzca yarışmıştı. Bu girişim o kadar yorucuydu ki, Lalande sonradan "bu angaryayı müteakiben mizacımlı ömrümün sonuna kadar değiştirecek bir hastalığa tutuldum" diye yazmıştı. Sonuçta kuyruklu yıldızın Satürn'ün kütle çekimi yüzünden 100 gün gecikeceğini, Jüpiter'in de en az 518 günlük bir gecikme anlamına geleceğini keşfetmişlerdi. Hesap kitap yaptıkları sırada Halley'nin birbirini götüren bir dizi denkleştirici yanlış yaptığını fark etmişler ve Halley'nin dönüş vakti tahmininin esas itibarıyla doğru olduğu kanısına varmışlardı.

1758 Kasım'ında kuyruklu yıldızın 1759 yılı Nisan ayı ortasında günberi geçişi yapacağını ve aylar öncesinden görünürlük kazanabileceğini öngörmüşlerdi. 1758'in Noel Arifesi'nde -Johann Palitzsch adlı- bir Alman çiftçi çoktan ölmüş Edmond Halley'nin kehanette bulunmak için Newton Yasaları'ndan başarılı bir şekilde yararlandığının farkına varan ilk kişi olmuştu. Kuyruklu yıldız dakikti ve gökyüzünün tam da Halley'nin önceden haber verdiği diliminden gelmişti. Kuyruklu yıldız astronomisine katkıda bulunan pek çok insandan biri olan hevesli amatör astronom Palitzsch bunu dünyaya yetiştirmeye koşmuştu. Halley'nin uçarı kuyruklu yıldızı dönmüştü. 13 Mart 1759'da Clairaut-Lalande-Lepaute'un öngördüğünden bir ay önce günberi noktasına ulaşmıştı. Nesiller boyunca mistiklerin başaramadığını bilim başarmıştı. Newton'cu kehanet gerçekleşmişti.

Kısa bir süre sonra birçok insan Halley ve Fransız haleflerinin ne kadar yol aldıklarını anlamıştı. Bilimin tamamının geleceği için bir program, bir hedef, bir ideal saptamışlardı. Nitekim Laplace bundan "şüphesiz, astronominin kuyruklu yıldızların hareketlerinde gözler önünde serdiği düzenlilik bütün görüngülerde mevcuttur" diye sonuç çıkarmıştı.

5. kısım

serseri kuyrukluyıldızlar

*Sen de, Ey Kuyrukluyıldız, gökçe ve ateşli,
Bu narin Evren'in gönlünü çelen
Kendininkine doğru çeken; ta ki o sarsılma,
Sırayla çekim ve itim esnasında harap düşen,
Gönlün yoldan çıktı hem de darılarak ayrılıkla;
Ah, süzül havai mavi göğümüze yeniden!*

—PERCY SHELLEY, EPIPSYCHIDION, 1821

Halley Kuyrukluyıldızının 1758'deki muzaffer dönüşü, saat gibi işleyen bir evrende yaşadığımıza dair Newton'cu görüşün güçlü bir şekilde dünyanın her yerindeki insanların aklına yatmasına yol açmıştı. Çok kimse gezegenlerin öngörülebilir hareketleriyle Halley Kuyrukluyıldızının (sonrasında da kardeşlerinin) dönemsel tezahürlerinde Tanrı'nın elini görmüştü. Yeni kuyrukluyıldızları araştırmak ve yörüngelerinin ön belirlenimlerini yapmak gözde bir meşgale haline gelmişti. İyimserlikle "Akıl Çağı" diye ilan edilen Amerikan ve Fransız devrimleri günlerinde, kuyrukluyıldızların düzenli hareketlerine insan türünün gitgide batıl inanç aşamasından çıkmasının sürekli anımsatıcısı gözüyle bakıldığı gibi aynı zamanda her kuyrukluyıldız yörüngesinde bir Maksad-ı İlâhi'nin azamet ve zarafetinin aşikâr olduğu addediliyordu.

Ne var ki kuyrukluyıldızların daha çok sayıda örneği incelendikçe, garip bir davranış ve Newton [yasalarına] özgü düzenlilikten endişe verici bir sapma gün ışığına çıkarılmıştı. Güneş'i birkaç yılda bir dolanan, tamamen iç güneş sistemindeki ge-

zegenler arasında yer alan, bir kısa yörünge devirli [periyotlu] kuyruklu yıldız sınıfı bulunmuştu. Örneğin, 1786'da keşfedilen Encke Kuyruklu Yıldızı, çevresindeki her bir dönüşünde Güneş'e en içteki gezegen Merkür'den daha fazla yaklaşır. J. F. Encke 1819'da bugün onun adıyla anılan kuyruklu yıldızın defalarca geri gelişini inceliyordu. Yörünge dönümü [dolanma süresi] sadece 3,3 yıl olduğundan, üzerinde durabileceği birçok dönüm vardı. Encke, onu epeyce şaşırtacak şekilde, kuyruklu yıldızın her bir günberi noktasına –Jüpiter ve diğer gezegenlerin yarattığı tedirginlikler gerektiği gibi hesaba alındığında bile– birkaç saat daha erken geldiğini bulmuştu. Bunda Encke'nin asla çözme imkânına kavuşamayacağı önemli bir sır vardı. Bu durum yeni astronomiyi acze düşürüyordu: Kuyruklu yıldızlar kütle çekimi yasasının kesin ve evrensel bir tanıtı diye lanse edilmişlerdi ama en azından bir kuyruklu yıldız uyumlu davranmamayı seçmişti. Newton bile bütün kuyruklu yıldızların zamanında gelip geçmelerini sağlayamamıştı. “Yerçekimine karşı koyma” deyi mi bu günlere dayanır. Devrin çoğu bilim insanının yaklaşımı burada ilave bir kuvvetin rol oynamasına rağmen, Newton kütle çekiminin geçerliliğini koruduğu yönündeydi. Ama hangi kuvvet?⁴⁰

27 Şubat 1826'da Avusturya ordusunda görevli Wilhelm Freiherr von Biela adlı bir binbaşı, kendini Güney Afrika'da gökyüzüne bakarken bulmuş, bunun üzerine ona yeni bir kuyruklu yıldız gibi gelen bir şey keşfetmişti. On gün sonra bu şey ondan bağımsız bir şekilde Jean-Félix Adolphe Gambart adlı bir Fransız astronom tarafından Marsilya'da da fark edilmişti. İkisi de yörünge dönümünü hesaplamış ve yedi yılın biraz altındaki bir sürede karar kılmışlardı. İkisi de 1772, 1805 ve 1826'da gözlenen kuyruklu yıldızların aynı cisim olduğunu kavramıştı. Aralarında keşfin önceliği konusunda tatsız ve sudan bir çekişme baş göstermişti. Ona Biela Kuyruklu Yıldızı mı yoksa Gambart Kuyruklu Yıldızı mı adı verilmeliydi? Bu arada Gambart (ve başkaları) onun kuyruklu yıldızının endişe verici bir şekilde bir sonraki dönüşünde, yaklaşık 29 Ekim 1832'de, Yer'e çarpacağı

40. İleri sürülen hatalı ihtimaller arasında aksi halde fark edilmeyen muazzam miktardaki gezegenler arası tozun yol açtığı sürtünme; bir zamanlar ışık dalgalarının içinde yayıldıkları düşünülen farazi “ışık saçan eterin” direnci ve kütle çekiminin ters orantı yasasından bir miktar sapması vardı.

kehanetinde bulunmuştu. Kuyrukluyıldız tam vaktinde görünmesine rağmen, Yer'e çarpmamıştı. 1832 sonbaharında Marsilya'daki gözlemevi civarında, hem de birden fazla nedenle, bazı endişe dolu anlar yaşandığını gözümüzün önüne getirebiliriz.

Kuyrukluyıldız, gökyüzündeki konumu bakımından Yer'e en fazla yaklaştığı, öngörülen bir sonraki yani 1839'daki günberi geçişini Güneş'in çok yakınından yapmış ve meydana gelen göz kamaştırıcı parıltıda kuyrukluyıldız görülememişti. Ancak 1846 tezahürü daha uygundu ve astronomlar teleskoplarının [gözetleme deliğinden] şaşkınlık içinde bakarken bir değil iki kuyrukluyıldız olduğunu fark etmişlerdi. İzleyen haftalarda parlaklıkları değişmişti. Önce biri sonra da diğeri daha ısı ısı ısı parlamıştı. Bir ara ikisini birden saran ortak bir saç bile vardı. Bulgu o kadar tuhaftı ki bu ikizliliği kaydeden ilk astronom bu durumu teleskobundaki bir iç yansıma diye elinin tersiyle itmişti. Bir kuyrukluyıldızın kendi kendini çoğaltması üstünde kafa yormaya değer bir muammaydı. Gerçi, en azından, Biela ve Gambart arasındaki öncelik mücadelesine Hz. Süleyman çözümü [makul bir çözüm] sağlamıştı. İki kuyrukluyıldız 1852 tezahüründe tekrar gözlenmişti, aşağı yukarı aynı yörüngede ama bu sefer birbirinden takriben iki milyon kilometre uzakta ilerliyorlardı. Bir daha görülmemişlerdi. Erken veya geç gelen kuyrukluyıldızlar, bölünen veya kendi kendilerini çoğaltan kuyrukluyıldızlar, kaybolan kuyrukluyıldızlar –bunların hepsi kuyrukluyıldızların tamamen ve münhasıran Newton'un saat düzeneğine boyun eğdikleri kavramının kuyusunu kazıyordu.

Biela/Gambart Kuyrukluyıldızlarının asla geri gelmemelerine rağmen, Yer'in akli karışmış astronomlarını gene de buna ek bir şaşkınlık içine düşürmüşlerdi. Kuyrukluyıldızın ilelebet kayıplara karışmasından birkaç on yıl sonra, Yer'de Andromeda denilen bir meteor yağmuru başlamıştı –binlerce “akanyıldız” bir sonbahar gecesini aydınlatmıştı. Andromeda meteorlarının yörüngelerinin geriye doğru izleri sürülünce, aynen Biela/Gambart Kuyrukluyıldızının gezinesine sahip oldukları keşfedilmişti. İki kuyrukluyıldız nedense esas itibarıyla aynı anda parçalanmış, bunların yerine geride kuyrukluyıldızla Yer'in yörüngeleri kesiştiğinde Yer'in atmosferine giren bir sürü ince döküntü kalmıştı. O gün bugündür, en önemli meteor yağmurlarının çoğu



26. Biela ve Gambart tarafından keşfedilen kuyruklu yıldızın 1846'daki tezahürü sırasında teleskoptan izlenen görünüşünün çizimi. Kuyruklu yıldız 1832'deki tezahüründen itibaren ikiye ayrılmıştı. Camille Flammarion'un *Astronomie Populaire* ["Popüler Astronomi"] (Paris, 1880) adlı eserinden.

kuyruklu yıldız yörüngeleriyle ilişkilendirilmiştir. Bütün dünyada kayan veya akanyıldız denilen meteorlar, göğün bir başından bir başına şimşek gibi geçer, izleri çok kısa bir sürede ortadan kaybolur. Oysa kuyruklu yıldızlar şimşek gibi geçmez, en parlakları aylar boyunca çıplak gözle görülebilir. Bu farklara rağmen, meteorlarla kuyruklu yıldızlar bağlantılıymış gibi gelmeye başlamıştı. Kuyruklu yıldızların aslında kütle çekimleriyle kendilerini bir arada tutan ince parçacık kümeleri olduğu düşüncesi galebe çalmıştı: Onlara, hepsi bir araya gelip bir küme halinde hareket ederken, kuyruklu yıldız; Yer'in atmosferine ayrı ayrı girdiklerindeyse meteor gözüyle bakılıyordu. Kuyruklu yıldız çekirdeğinin bir tür çakıl yığını modeli astronomların zihnini çelmişti.

1744'te de Chéseaux Kuyruklu yıldızı çarpıcı bir şekilde tezahür etmişti. Kuyruğu altı eşit "ışına" bölünmüştü ve Avrupalılar bir süre için kuyruklu yıldızın başı (ve Güneş) ufuk altındayken, kuyruğunu ufuk çizgisinin üstünde görmüşlerdi. Taş basmaları, bilimsel diyagramlar, hatta sikkelerle anılmıştı. Her birkaç on

yılda bir Yer'e bir kuyruklu yıldızın yaklaştığına dair yaygın bir beklenti yer ediyordu.

Kayıtlı ilk kısa yörünge devirli kuyruklu yıldızın adı Helfenzrieder 1766 II'dir. Yer'in yakınlarından geçtiği bir seferden sonra ilelebet kaybolmuştu. Keşfedilen ikinci kısa yörünge devirli kuyruklu yıldız, 1770'de Yer'e çok yaklaşan Lexell⁴¹ yörüngesini hesaplamış ve topu topu beş yıldan biraz fazla bir dönüme sahip olduğunu ortaya çıkarmıştı. Kuyruklu yıldız Yer'in o kadar yakınından geçmişti ki, geçici süreyle gezegenimizin kütle çekimine kapılmış ve bu dönümünde neredeyse üç günlük bir kısalmaya yol açmıştı. Oysa çok daha büyük Yer'in dönümü yılda bir saniye kadar bile değişmemişti. 1776'da görülmemişti ama bu daha önceki tezahüre göre Yer'den çok daha uzaktan geçtiğine yorulmuştu. Astronomlar halka 1781'e kadar bekleyin diyerek endişelerini gidermeye çalışmışlardı. Ancak 1781



27. De Chéseaux tarafından keşfedilen 1744 Kuyruklu Yıldızının başı ufuk altındayken ufuk çizgisi üstünde görülen kuyruğu. Amédée Guillemin'in *Le Ciel* ["Gökyüzü"] (Paris, 1868) adlı eserinden.

41. Finlandiyalı-İsveçli astronom, matematikçi ve fizikçi Anders Johan Lexell. Ömrünün büyük bölümünü geçirdiği Rusya'daki adı Andrey İvanoviç Leksel. (ç.n.)

kuyruklu yıldızsız gelip geçmişti. Bu vakada sonradan kuyruklu yıldızın yörüngesinde bir meteor akımı da bulunmamıştı. Peki, ne olmuştu?

Soruya bizzat Lexell ve Laplace cevap vermişlerdi. Aslında dev bir matematiksel güneş sistemi modeli [*orrery*]⁴² bina etmişler ve Lexell Kuyruklu Yıldızının hareketini (ve gezegenlerin hareketlerini) kuyruklu yıldız 1770'deki yegâne tezahüründen itibaren zaman içinde bir geri bir ileri götürerek tekrarlamışlardı. Hesaplamalar, özellikle bilgisayar öncesi devirde, kolay değildi. Kuyruklu Yıldızın 1781'de iki yıl evvel Jüpiter'in son derece yakınından, muhtemelen dev gezegenin dört büyük ayının arasından adeta yarararak geçmesi nedeniyle yeniden ortaya çıkmadığını öğrenmişlerdi. Halley, daha önce, Jüpiter'in hayli uzağından geçerken bile kuyruklu yıldızının yörünge özelliklerinin Jüpiter'in kütle çekimi yüzünden azıcık değişeceğini fark etmişti. Ama o günkü halde Lexell'in Kuyruklu Yıldız Jüpiter'in o kadar yakınından geçmişti ki, büyük ihtimalle yörüngesi çarpıcı bir şekilde değişmişti. Kuyruklu Yıldız bambaşka bir gezingeye savrulmuş, hiçbir şekilde Yer'e yaklaşmamıştı – işin doğrusu, belki de hepten güneş sisteminin dışına atılmıştı. Ya da bir ihtimal Jüpiter veya aylarından biriyle çarpışmıştı. Lexell Kuyruklu Yıldız hem Yer hem de Jüpiter'le arada az bir mesafe kalacak şekilde ilerlerken, üstüne binmiş varsayımsal bir gözlemciye muhteşem bir manzara sunardı. Laplace ara sıra bir kuyruklu yıldızın Yer'e çarpabileceğini düşünmeden edemiyordu, bu konu içini sarmıştı ve bir kuyruklu yıldızın Yer'i yarıp geçmesinin sonuçlarıyla uğraşmaya koyulmuştu (bkz. 15. Kısım).

42. Güneş sisteminin [adını 4. İngiliz Orrery Kontu Charles Boyle'dan alan] bu mekanik modelinde ayların ve gezegenlerin yörünge dönümleri ve/veya uzaklıkları ölçekli hale getirilmiştir. Laplace ve Lexell herhangi bir makine yapmamışlardı. Onların güneş sistemi modeli tamamen hesaba dayalıydı.



28. Muhtemelen Breslau'da [bugün Wrocław] darbedilmiş, altı kuyruklu de Chéseaux Kuyruklu Yıldızının tasvir edildiği, bir 1744 Alman madalyonunun ön yüzü. Kuyruklu Yıldız gerektiği gibi en parlak yıldızlardan daha parlak gösterilmiştir; nitekim Mart 1744'te güpegündüz görülebilmisti. American Numismatic Society'nin müsaadeleriyle.

Laplace'ın devrine gelindiğinde, yani on dokuzuncu yüzyılın başlarında, bilinen üç kuyruklu Yıldız kategorisi vardı: (Lexell, Encke ve daha sonra Biela/Gambart gibi) kısa yörünge devirli kuyruklu Yıldızların dönümleri birkaç yıldız ve tamamen iç güneş sisteminde ömür sürüyorlardı. (Büyük 1680 Kuyruklu Yıldız gibi) dönümleri yüzyıllarla ölçülen uzun yörünge devirli, onları bilinen en uzak gezegenin ötesine götüren yörüngelere sahiptiler.⁴³ Ancak kuyruklu Yıldızların çoğunluğu –eldeki verilerle belirlenemeyecek kadar uzun yörünge dönümlerine sahip– “yeni” kuyruklu Yıldızlardı. Bunlar üç farklı kuyruklu Yıldız âlemleri miydi? Yoksa aynı âlemin mensubu, gelişip yekdiğerine dönüşen, akraba kuyruklu Yıldızlar mıydı? Batı dünyasının her yerinde devrim havası vardı. Mutlak monarşilerin hızla ve tamamen şekil değiştirip gerçek demokrasi gibi bir şeye dönüşebileceği düşüncesi çoğu insanın merakını uyandırmıştı. Acaba

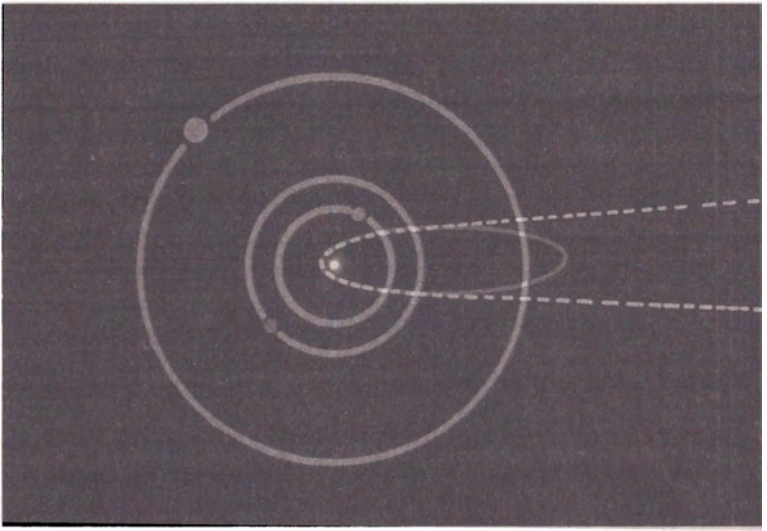
43. 200 yıldan daha az bir dönüme sahip Halley Kuyruklu Yıldızı bugün kısa yörünge devirli bir kuyruklu Yıldız olarak sınıflandırılmaktadır.

doğanın diğer âlemlerinde, o güne kadar akla sığmaz addedilen, başkaca ne tür değişiklikler mümkündü? Çağdaşlarının çoğu evrenin temel özelliklerine –ille de Tanrı eserinin işareti diye– ezelden beri değişmeyen gözüyle bakarken, Laplace’ın başarılı bir şekilde evrimci bir bakış açısıyla akıl yürütmesi onun dehasının alametiydi.

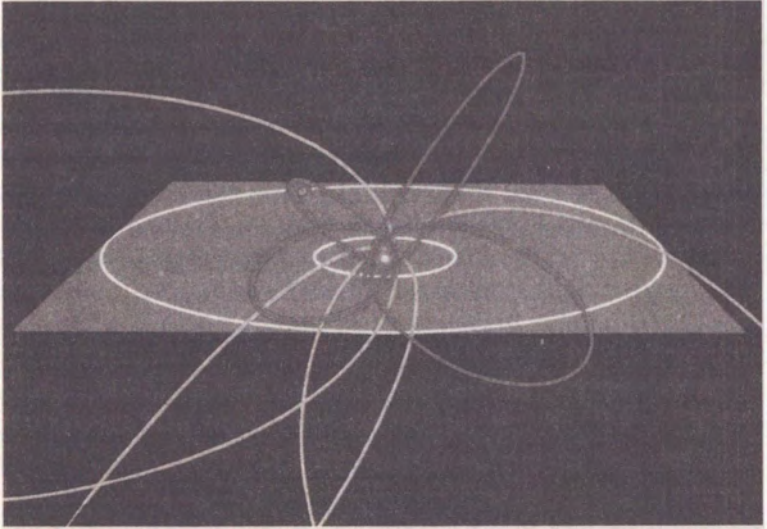
Laplace, Jüpiter’in kütle çekiminin yeni ve yakınlarda dolanan uzun devirli kuyrukluysıldızları yakalayıp onları artık iç güneş sisteminde kalan kısa devirli kuyrukluysıldızlara dönüştüren, bir tür ağ olduğunu öne sürmüştü. İddianın modern bir yorumu aşağı yukarı şöyledir: Kısa devirli kuyrukluysıldızların yüzde altmışının günötesi, yani Güneş’in çevresindeki dönemsel yörüngelerinin en uzak noktası, Jüpiter’in yörüngesinin yakınındadır. Bunların daha da yüksek bir oranının yörüngelerinin düğümlerinden –kuyrukluysıldız yörünge düzleminin gezegenlerin Güneş’in çevresinde döndükleri düzlemle kesişme noktalarından– biri Jüpiter’e yakındır. Aksine, yeni ve uzun devirli kuyrukluysıldızların Jüpiter’le gözler önüne serdikleri hiçbir bağ yoktur. Ayrıca, bazı kısa devirli –örneğin, tamamen yerbenzeri gezegenler âlemiyle kısıtlı– kuyrukluysıldızlar Jüpiter’den hiç mi hiç haberdar değildir. Bununla birlikte, yörünge özellikleri Jüpiter’e bağlı o kadar kısa devirli kuyrukluysıldız vardır ki, bunlara Jüpiter kuyrukluysıldız ailesi denir.

Şimdi Jüpiter’in onunla ilişkilendirilen kuyrukluysıldız ailesiyle ne alakası bulunabilir ki? İlk astronomlardan bazıları bunun kuyrukluysıldızların kaynağının Jüpiter olduğu, en büyük gezegeninin içinden tükürüldükleri, kusuldukları anlamına geldiğini düşünmüşlerdi. Bu görüşe dair en âlicenap halimizle söyleyebileceğimiz, zamanının geçtiğidir. Başka hangi ihtimaller var acaba?

Kuyrukluysıldız hızla Güneş’e doğru ilerler, Jüpiter’in yörüngesine yaklaşır –muhtemelen daha önceleri Jüpiter Güneş’in öbür tarafındayken defalarca yaptığı gibi ki o zamanlar hiçbir şey ters gitmemiştir. Ama bu sefer, tesadüfen, yolu Jüpiter’in yörüngesiyle kesişir, her ne hikmetse Jüpiter yakınındadır. O gezegenlerin en irisidir, kuyrukluysıldızsa kıyasen ufak bir şeydir, bir toz parçacığını çevreleyen bir gaz üfürüğüdür. Jüpiter’in kütle çekimi onu etkiler –onu Jüpiter’in içine çekecek kadar değil

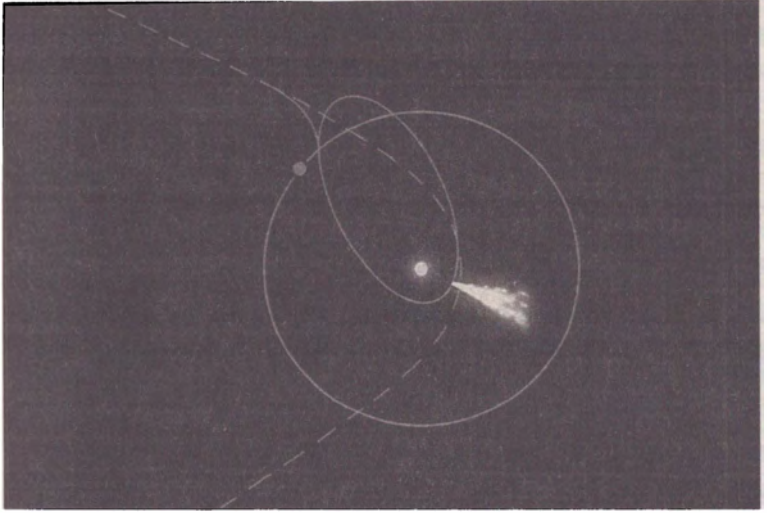


Resim 29: Bir kuyruklu yıldızın sadece Güneş'e yakinken izini sürebiliyorsa, yörüngesini belirleyemeyebiliriz. Buradaki eş merkezli çemberler Yer, Mars ve Jüpiter'in yörüngelerini göstermektedir. Bu şematik diyagramda yıldızlararası uzaydan gelen parabolik veya hiperbolik yörüngeli (kesikli çizgi) bir kuyruklu yıldız eliptik yörüngeli (kapalı yassı eğik) bir kuyruklu yıldızdan kolaylıkla ayırt etmek mümkün olmayabilir.



Resim 30: Kuyruklu yıldızların yörünge düzlem eğiklikleri. Tutulum veya burçlar kuşağı düzlemi gezegenlerin (Yer ve Jüpiter'in yörüngeleri gösterilmiştir) hemen

hem dairesel yörüngelerini içerir. Kısa devirli kuyruklu yıldız yörüngeleri burçlar kuşağı düzleminin yakınında bulunmaya; uzun devirli kuyruklu yıldız yörüngeleri ise (resmin dışına uzanan yörüngeler) gelişigüzel yayılmaya yatkındır. Bazı kısa devirli yörüngelerle tutulum düzlemi arasındaki eğim açısı büyüktür ve bazı uzun devirli yörüngeler tesadüfen tutulum düzleminde yer alır.



Resim 31: Uzun yörünge devirli bir kuyruklu yıldızın Jüpiter gezegeninin yakınından geçtikten sonra kısa yörünge devirli bir kuyruklu yıldızla dönüşmesi. Jüpiter Güneş'in çevresindeki dairesel yörüngede yer alan noktayla belirtilmiştir. Kuyruklu yıldız Güneş'e üstte soldaki kesikli gezineyi izleyerek yaklaşır. Jüpiter'in yokluğunda, Güneş'in çevresini dolanarak güneş sisteminin uzak erimlerine doğru, sol altta uzanan yörünge boyunca yoluna devam edecektir. Ama Jüpiter'in çekimi onu tedirgin edip kesiksiz çizgiyle gösterilen eliptik yörüngeye sokacaktır. Kuyruklu yıldız günberi noktasına ulaştığında artık enikonu gelişmiş bir kuyruğa sahiptir. Bu sayfadaki diyagramlar: Jon Lomberg/BPS.

(kuyruklu yıldız ne de olsa saniyede on binlerce kilometre hızla ilerlemektedir) ama yolunu Jüpiter'e doğru saptırıp yörüngesini değiştirecek kadar. Kuyruklu yıldız Güneş'in çevresinde hâlâ bir elips boyunca yol almaktadır ancak Jüpiter'in kütle çekimiyle yüz yüze gelmesi yörüngesini çarpıcı bir şekilde değiştirmiştir.

Benzer bir manevra Yer'den yola çıkan dört uzay sondasınca—Pioneer 10'la 11 ve Voyager 1'le 2 tarafından—başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu uzay sondaları 1970'lerde kusursuzca

geliştirilen gezengelerle Jüpiter'e gönderilmişlerdir. Jüpiter'in kütle çekiminin kazandırdığı ivme her birini önceden saat gibi planlanan gökteki bir noktaya bir sapan misali savurmuştu. Örneğin, *Voyager 2* Jüpiter tarafından öyle bir savrulmuştu ki, iki yıl sonra yakın temas kuracak şekilde Satürn'e doğru itilmişti. (Satürn'le yakın temas da onu 1986'da Uranüs civarına, Uranüs'le temas da onu 1989'da Neptün civarına savurmak için tasarlanmıştı.) Şimdi zihninizde *Pioneer* veya *Voyager* gezengelerinin zaman içinde geri geri gittiğini canlandırın. Uzay sondası dış güneş sisteminden gelip Jüpiter'e yaklaşmakta; Jüpiter'in çevresinde seğırtmekte ve yoluna Yer'e yönelik yeni yörüngesinde devam etmektedir.

Jüpiter kuyruklu yıldız ailesini bu tür kütle çekimine [maruz kalan] bilardo topları açıklar. İç güneş sistemine pek azı tesadüfen Jüpiter'e sokulan çok sayıda kuyruklu yıldız yağar. Bazıları Jüpiter'le karşılaşır karşılaşmaz güneş sisteminin dışına atılır, bazıları Jüpiter'e veya aylarından birine toslar ama birçoğunun yörüngesi onları küçük eğim açılı, günötesi ve düğümü Jüpiter'in yörüngesine yakın, kısa devirli kuyruklu yıldızlar haline getirecek şekilde dönüşür. Muhtemelen çoğu kısa devirli kuyruklu yıldızın yörüngesi Jüpiter'in kütle çekimine birden fazla kere maruz kalması, hatta daha uzaktaki gezegenlerle defalarca ve en nihayetinde Jüpiter'le rastlaşma sonucu meydana gelmiştir.

Uzayın derinliklerinden doğudan batıya veya düz yön yörüngesiyle –Güneş'in çevresinde gezegenlerle aynı yönde (Kuzey Kutbu'ndan bakıldığında saat yönünde)– dolanmak üzere gelen bir kuyruklu yıldız kuvvetle muhtemel Jüpiter'le bir rastlaşmasında daha büyük bir tedirginliğe maruz kalacaktır. Ters yön yörüngesiyle –Güneş'in çevresinde aksi yönde– dolanmak üzere gelen bir kuyruklu yıldızsa büyük bir ihtimalle daha küçük bir tedirginlik yaşayacaktır. Ne var ki ancak büyük tedirginlikler kuyruklu yıldız iç güneş sistemine taşımaya yeter. Kısa devirli kuyruklu yıldızların hareketleri bu nedenle doğudan batıyadır. Kaynağı uzayın derinliklerinde bulunan kuyruklu yıldızların doğudan batıya kadar ters yön yörüngelere sahip olmaları da muhtemeldir ama ancak doğudan batıya yörüngelere sahip kuyruklu yıldızlar [Jüpiter'in kütle çekimine] kapılma eğilimi gösterir. Jüpiter'in kütle çekimi fark gözetmektedir.

Her yıl [çapı] aşağı yukarı bir kilometreden büyük yaklaşık 2.000 uzun devirli kuyrukluyıldızın yolunun Jüpiter'in yörüngesiyle kesiştiği tahmin edilmektedir. Jüpiter ailesinde yer alan karşılaştırılabilir boyutlardaki kısa devirli kuyrukluyıldızın sayısı hemen hemen 1.400'dür. Gördüğümüz kuyrukluyıldızların yörüngesel evriminden bahsederken, binlerce dünyadan söz ediyoruz.

Laplace yeni ve uzun devirli kuyrukluyıldızların bir kütle çekimi mekanizması tarafından tam da gözlerimizin önünde kısa devirli kuyrukluyıldızlara dönüştürülebileceğini göstermişti. Çalışması yıldızlararası kuyrukluyıldızların, yani güneş sisteminin ötesinden gelen ziyaretçilerin de Güneş'in çevresinde kısa devirli kuyrukluyıldızlara dönüştürülebileceğini ortaya koyuyor gibiydi.

Çok hafif tertip hiperbolik yörüngelere sahip –güneş sistemine bağlı olmayan, yıldızlara doğru uzaklaşan– kuyrukluyıldızlardan pek azı iç güneş sisteminden geçerken görülmüştür. Bunlara yıldızlararası göçebeler, bir ihtimal diğer yıldız sistemlerinden gelen, uzun süredir yıldızlararası uzayda başıboş dolaşan ve şansımız yaver gidip de sadece biz tetikte dururken gelip geçen kuyrukluyıldızlar gözüyle bakmak doğaldır. Nitekim Laplace hem kısa hem de uzun devirli kuyrukluyıldızların yanı sıra birçok “yeni” kuyrukluyıldızın da Güneş tarafından yıldızlararası özgür kuyrukluyıldız kitlesi içinden ele geçirildiğine inanıyordu. Öyleyse, muhtemelen bazı kısa devirli kuyrukluyıldız yörüngeleri kademe kademe, birbirini izleyen gezegen rastlaşmalarının belirlediği bir gezinge değişimi silsilesi sonucu evrimleşmiştir. Laplace'la pek de akamete uğramayan bu doğurgulara göre kuyrukluyıldızlar son kertede yıldızlararası soğuk ve karanlığın sakinleridir ki, kuyrukluyıldızlarla ilgili modern kavrayışın esasını oluşturan gerçek durum da budur.

Bununla birlikte, açık gezinmelerine rağmen, söz konusu hiperbolik kuyrukluyıldızlar yıldızlararası uzaydan gelmemektedirler, hiç değilse bugüne kadar gözlemlenenler. Laplace'ın öncülük ettiği bu kabilden bir matematiksel güneş sistemi modelini kullanarak görünüşte hiperbolik kuyrukluyıldızların yörüngelerinin geçmişe doğru izini sürebiliriz. Bu tür hiperbolik kuyrukluyıldızın her biri, dikkat çekecek ölçüde, ancak hafiften

hiperbolik bir yörüngeye sahiptir; bunların Güneş'in kütle çekimine kapılmalarına sadece biraz daha ağır hareket etmeleri yeter de artardı. Bu tür hiperbolik kuyruklu yıldızların yörüngelerinin izini sürdüğümüzde, kısa bir zaman önce büyükçe gezegenlerden birine yörünge hareketinin bozulmasıyla sonuçlanacak kadar yaklaştığının farkına varırız. Sanki bunların hepsi Güneş'in çevresindeki uzun eliptik yörüngelerindeyken Jüpiter veya dev gezegenlerden birinin kütle çekimiyle karşı karşı kalıp güneş sisteminin dışına fırlatılmışlardır. Onları çıkış gezintilerinde görürüz. Bugüne kadar tek bir yıldızlararası kuyruklu yıldız dahi gözlenmemiştir.

On dokuzuncu yüzyılın ortaları civarında kuyruklu yıldızlarla ilgili araştırmalar profesyonel astronominin yerli yerine oturmuş bölümlerinden biri haline gelmişti. Temel hareketleri kavranabiliyordu. Buna göre, bazı yeni ve uzun devirli kuyruklu yıldızlar önünde sonunda gelişip kısa devirli kuyruklu yıldızlara dönüşebiliyor ve kuyruklu yıldızlar kütle çekimsel rastlaşmaların hengâmesinde gezegenler veya Güneş'le çarpışabilecekleri gibi güneş sisteminin dışına da atılabiliyorlardı. Kuyruklu yıldızların hareketleriyle ilgili kaotik, azıcık huzursuz edici bir şey vardı. Bazıları beklenmedik bir şekilde dağılıyor ve hiç değilse bir tanesi Newton yasaları dışında ufak ufak çalım atıp yalpa vuruyor, güneşin çevresinde dönen o muhteşem alayın düzenini bozuyordu. Buna rağmen kuyruklu yıldızların genelde iyi anlaşıldığı varsayılıyordu. William Huggins'in 1882'de Londra'daki The Royal Institution'da ["Büyük Britanya Kraliyet Enstitüsü"] ara sıra düzenlenen konferanslardan (cuma gecesi sohbetlerinden) birindeki konuşmasından yapılan aşağıdaki alıntı, kuyruklu yıldızlar konusunda uzman ve kolay anlaşılır bilgiler verme yeteneğine sahip, profesyonel bir astronomun o devirde halka ne söylediğiyle ilgili az çok bir fikir verecektir:

Bir teleskop yardımıyla, çoğu kuyruklu yıldızın başında minicik parlak bir nokta bulmak mümkündür. Görünüşte önemsiz bu zerre aslında bu bütünün özü ve çekirdeğidir –potansiyel olarak kuyruklu yıldızın *ta kendisidir*. Kütle çekimi yasalarına kesin bir şekilde uyan tek başına bu küçük bölümdür... Büyük bir kuyruklu yıldız günberi bayramlıklarını çıkardıktan sonra uzaklarda dolaşırken görebilseydik, karşımızda epeyi ağırbaşlı ve topu topu çekirdekten



32. Büyük 1882 Kuyruklu Yıldızı. Muhtemelen bir kuyruklu yıldızın başarılı bir şekilde çekilen en eski fotoğrafı. Fotoğraf: David Gill, Güney Afrika.

ibaret bir nesne bulurduk... Güneş'in etkisi altında çekirdeğin Güneş'in ısısına maruz kalan tarafından [onu meydana getiren] maddeden ışıldayan fışkırıklar yayılır. Bunlar Güneşe doğru hareket ederken neredeyse birdenbire put kesilip ışıldayan bir örtü meydana getirirler; ardından bu örtünün maddesi kuyruğun içine doğru uzanır gibi görünür, sanki şiddetli bir rüzgâr alıyordur. Şimdi, hi-

potezlerden biri dıştan gözlenilebilen bu özelliklerin kuyrukluyıldızın halihazırdaki gerçek iç durumuna tekabül ettiğini ve Güneş’le gazımsı maddeyi, çekirdek tarafından salındıktan sonra, birbirinden uzaklaştıran bir kuvvetin rol oynadığını varsaymaktadır... Güneş’in bir kısım çekirdek maddesinin buharlaşmasıyla bağlantılı rolü nedeniyle muazzam elektriksel tedirginlikler ortaya çıkar... muhtemelen elektrik boşalımıyla bağlantılı bir şekilde, Güneş’in itme etkisi sonucu kuyruk maddesi akıntıya kapılır...

Elbette bir kuyrukluyıldız günberiye her geri gelişinde büyük bir kütle kaybına uğrar. Çünkü çekirdeğin kuyruğun dağılan maddesini yeniden kendinde toplamaya gücü yetmez. Ve bu görüş hiçbir kısa devirli kuyrukluyıldızın kayda değer boyutlarda bir kuyruğa sahip bulunmadığı olgusuyla uyumludur.

Huggins’in bu açıklamalarından neredeyse her biri kuyrukluyıldızlara dair modern kavrayışla orta karar bir uyum içindedir. Bazıları devrinin bilgisinin çok ilerisindeydi. Konuya inanılır ve olgunlaşmış gözüyle bakılıyordu. Bunlara rağmen, kuyrukluyıldızlarla ilgili başlıca gerçek durum –bileşimleri ve görünümündeki şaşırtıcı farklılığın niteliği– hakkında en fazla belli belirsiz bir fikir edinilmişti. Devrin literatürünü okuyunca, bunların gelecek keşifleri bekleyen önemli meseleler olduğunun bile nadiren kabul edilmesi zihnimize takılıyor.

6. kısım

buz

Toprağın bütün yüzeyini kaplayan ürkütücü buz.

–HANS EGEDE, A DESCRIPTION OF GREENLAND [“BİR GRÖNLAND TASVİRİ”] 1746

Kuyruklu yıldızlarla ilgili en önemli sorulardan biri ve birçok düğümün çözüm aracı kesinlikle bileşimleridir. Bir kuyruklu yıldız meydana getiren nedir? Hepsi aynı şeylerden mi yapılmıştır? On altıncı ve on yedinci yüzyıllarda kuyruklu yıldızlara âdet olduğu üzere hâlâ Aristoteles’in baktığı gözlerle bakılıyordu – gazlar, buharlar, Yer’in ve belki Güneş’in yanı sıra gezegenlerin “çıkardığı gazlar” sayılıyordu. Her zamanki gibi ileri görüşlü Newton’şa aksini düşünüyordu. 1680 Kuyruklu yıldızının Güneş’e çok yaklaştığını; günberide aralarında 0,006 Gök Birimi, bir milyon kilometreden biraz daha az bir uzaklık kalacak kadar yakınına geldiğini fark etmişti. Bunun kuyruklu yıldız kızgın demir sıcaklığına kadar ısıtacağını kestirmiş, bundan da sadece buhar ve gazlardan meydana gelemeyeceği – çünkü o durumda günberi geçişi sırasında tözünün çarçabuk dağılacığı– sonucunu çıkarmıştı. Bunun yerine, “kuyruklu yıldızların gövdeleri gezegenlerin gövdeleri gibi katı, tıkız [kompakt], değişmez ve dayanıklıdır” kanısına varmıştı. Newton, bu kuyruklu yıldızın kuyruğunun günberinin hemen sonrasında öncesine göre “çok daha muhteşem” olması nedeniyle, kuyruğu Güneş’in meydana getirdiği sonucunu çıkarmıştı: “Kuyruk kuyruklu yıldızın başının veya çekirdeğinin ısıyla yaydığı ince bir buhardan başka bir şey değildir.”

Bu yeterince makul bir açıklama. Ama çekirdek neden yapılmıştır acaba? Kuyruğu teşkil eden “ince bir buhar” tam nedir? Kant ve diğer birçok kişinin mütereddit bir şekilde boğuştuğu problem buydu. Bir kuyruklu yıldız Büyük 1680 Kuyruklu Yıldızının yaptığı kadar Güneş’e yaklaştığında, o durumda neredeyse sıkça rastlanan bütün maddelerin buharlaşmaya yüz tutması gerekir. Ne var ki birçok kuyruklu yıldız Mars’la Jüpiter’in yörüngeleri arasındayken saç ve kuyruk geliştirmeye başlar. Sadece güneş ışığının ısıttığı bu kuyruklu yıldızlar, uzaya buhar salmaya koyulduklarında sıcaklıkları aşağı yukarı sıfırın altında yüz santigrat, başka bir deyişle Celcius ölçeğine göre eksi yüz derecedir (-100°C). Yüksek bir sıcaklığa ulaşmadan buharlaşmayan demir gibi maddelere uçucu olmayan veya refrakter [tuğlamsı] maddeler denir. Buz gibi nispeten makul bir ısıtma sonucu gazla dönüşenlereyse uçucu madde adı verilir. O halde kuyruklu yıldızlar kesinlikle epey uçucu bir şeyden meydana geliyordur. Ama ne?

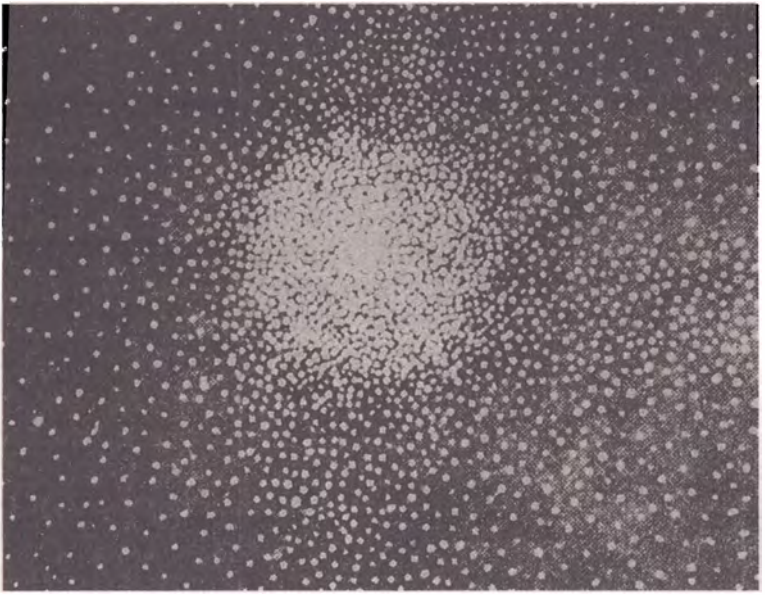
Bazı kuyruklu yıldızların yarıma eğilimi bir çekirdeğin çok da fazla yoğun olmadığını akla getirir. Onu bir arada tutan kuvvetler büyük ihtimalle hayli zayıftır. Daha önce gördüğümüz gibi, kuyruklu yıldızlar ara sıra iç güneş sistemine zamanlanmış varış vakitlerinde gelmez, ayrıca azıcık ileri atılma hareketi bile sergileyebilirler. Bu davranışları, izleyicilere göre Güneş’e doğru düşerken gösterdikleri Newton yasalarının gerektirdiği yavaş yavaş kavis çizme hareketiyle tamamen uyumsuzluk içindedir. Kuyruklu yıldızların bu kütle çekimi dışı dengesiz ve öngörülemez hareketleri, Kepler’in kuyruklu yıldızları kozmik okyanusta ani ve hızlı hareket eden balıklar yerine koyduğu benzetmesini çağrıştırır. Encke kuyruklu yıldızının Newton kütle çekimi yasalarının öngördüğü hareketten “çılgınca”⁴⁴ saptığını anlatmış ve bu hem aykırı hem de öngörülemez hareketleri gezegenler arası uzayda ona direnç gösteren, hareketini yavaşlatan bir gazla atfetmişti. Ama hızlanmalar aşırı derecede anidir ve gezegenler arasında kuyruklu yıldızların hareketleri

44. Bu bir abartıdır. Kütle çekimi dışı kuvvetler Encke Kuyruklu Yıldızının dönüşünü her bir dolanımında bir günden daha fazla değiştirmez. Yörünge dönümü 1200 gündür. Bu yüzden etkiyi ölçmek bile 1/1200’den az veya yaklaşık yüzde 0,1 yanılğıyı gerektirir. Bu da mükemmelden başka bir şey sayılmaz.

üzerinde saptanabilir etki bırakmaya uzaktan yakından yeterli hiçbir bir madde bulunmadığını artık biliyoruz. Çok farklı bir açıklama gereklidir.

Eppe yakın zamana kadar, kuyrukluyıldızlarla ilgili galebe çalan yaklaşıma kuyrukluyıldızlarla meteor akımları arasındaki bilinen çağrışım hâkimdi –Biela/Gambart Kuyrukluyıldızları kaybolduklarında onları Andromeda meteor yağmurunun izlemesi gibi (5. Kısım). 1945 kadar geç tarihlerde astronomiyle ilgili önde gelen Amerikan yüksek okul ders kitabı hiç tartışmasız kuyrukluyıldızların “yıldızlararası uzayda paralel yörüngelerde birbirinden ayrı hareket eden dağınık parçacık sürüsü” olduklarını kabul ediyordu. Bazı bilim insanları kuyrukluyıldızın çekirdeğini meydana getirdiği sanılan bu küçük meteor sürüsünü kütle çekiminin bir arada tuttuğuna; bazılarıysa çekirdekte onları bir arada tutacak yeterli kütle bulunmadığına ve aksine muazzam sayıda küçük parçacığın uzayda birbirinin çok yakınında aynı yörüngede hareket ettiğine inanıyorlardı. Bu uçan çakıl yığını modelinin taraftarlarında kuyrukluyıldız başının noktacı temsilini yeğleme eğilimi vardı; bunu yansıtan bir örnek aşağıdaki çizimde (Resim 33) gösterilmiştir.

Çakıl veya kum yığını hipotezi yaşanan bir kuyrukluyıldızın yerine neden bir gün ince parçacık bulutunun geçeceğini ustalıkla açıklıyordu. Meteorlar Yer’in atmosferinde bütünüyle yanarken, tayfları demir, magnezyum, alüminyum ve silikon gibi maddelerin, yani Yer’deki kayaların tipik bileşenlerinin varlığını gözler önüne serer. Meteorlar taşı şeylerden ve kuyrukluyıldızlar da esasen meteorlardan meydana geliyorsa, kuyrukluyıldızların kaya ve taş olduğu sonucu çıkarılıyordu. Öyleyse, ya saç ve kuyruk? Öne sürülenlere göre, kum parçacıkları sürü Güneş’e yaklaştıkça buharlaşan bir tür daha uçucu katıyla kaplıydı veya gazlar taşlar ısındıkça dışarı fırlıyordu. Ancak her şey bir yana, eğer bu madde –artık her neyse– bir kum tanesini saran ince bir tabakaysa veya gaz taşı bir parçacığın yüzeyinin hemen altına hapsolmuşsa, bu maddenin çoğunun Güneş’in yakınından bir kere geçişten sonra hâlâ yerinde durmasını anlamak zordu. Başka güçlükler de vardı –örneğin, kolay bir açıklaması bulunmayan, birbirine gevşek bir şekilde bağlı çakıl sürüsündeki fişkirik kaynakları.



33. Eskizi Baldet tarafından çizilen Pons-Winnecke Kuyruklu Yıldızı. R. A. Lyttleton'ın müsaadesiyle, *The Comets and Their Origin* ["Kuyruklu Yıldızlar ve Kökenleri"] (Cambridge University Press, 1953) adlı kitabından.

Örneğin, Encke Kuyruklu Yıldızıyla ilgili mesele günümüzde kesinlikle çözümlenmiştir: Yer yüzeyindeki büyük bir radyo teleskobun radarıyla mercek altına alındığında, ortaya çıkan bir parçacık sürüsü değil, yekpare katı bir çekirdektir. Çekirdeğin radarla saptanan – bir iki kilometre yarıçaplı– büyüklüğü diğer tahminlerle tutarlıdır. Radarla birkaç başka kuyruklu yıldızın çekirdeği daha belirlenmiş, böylece kuyruklu yıldız çekirdeğiyle ilgili turlayan çakıl yığını hipotezinin bileti kesilmiştir⁴⁵. Gene de 1950'den önce tıkHz kuyruklu yıldız çekirdeği düşüncesine itibar edilmediği gibi, kuyruklu yıldız uçucularının esası üzerine ancak şöyle böyle akıl yürütölüyordu.

45. Ne var ki bir başka kuyruklu yıldız için, çekirdeğe bir döküntü sürüsünün eşlik ettiğine dair kanıt vardır; dolayısıyla çakıl yığını hipotezinde belki biraz can kalmıştır ama kuyruklu yıldız çekirdeğinin yerine geçen değil bir ilave olarak.

Bir özet {buzlu küme} kuyruklu yıldız modelinin hem nicelik hem de nitelik bakımından, gözlemsel başarısını kısa ve öz bir şekilde tasvir eder. Modelin şaşırtıcı yönü muğlaklığına rağmen işe yararlılığıdır...

–FRED L. WHIPPLE, “PRESENT STATUS OF THE ICY CONGLOMERATE MODEL”, HARVARD/SMITHSONIAN CENTER FOR ASTROPHYSICS, PROVA, 1966 (1984)

Fred Whipple kendini Iowalı bir çiftlik çocuğuyken astronoma dönüşen biri diye tanımlar. Harvard Üniversitesi’nde Astronomi Departmanı başkanlığının yanı sıra uzun yıllar Smithsonian Institute’un Cambridge, Massachusetts’teki Astrofizik Gözlemevi’nin direktörlüğünü yapmıştır. Yıllarca, Yer’in atmosferine giren meteorların fiziği ve (yarım düzinesini keşfettiği) kuyruklu yıldızların doğası dahil, güneş sistemindeki küçük nesneler hakkında fikir yürütmüştür. Whipple, 1940’ların sonlarına doğru kuyruklu yıldızlardan günberi yakınlarında oluk oluk madde aktığına kanaat getirmişti –hem de kum üstündeki buz tabakasıyla veya bir ihtimal her bir tanenin içine hapsolmuş az miktarda buharın püskürmesiyle açıklanabilecekten çok daha fazlasının. Gezegenler arası uzayın kuyruklu yıldızların yörüngeleri onları Güneş’ten uzağa götürdüğünde uçucu stoklarını yenilemeye el vermeyecek kadar (Huggins ve birçok başkasının işaret ettiği üzere) haddinden fazla bir boşluk olduğu açıktı. Sorun Encke gibi, Güneş’in yakınından geçerken çok ısınan ve birden fazla günberi geçişi yapan, kuyruklu yıldızlar açısından özellikle vahimdi.

Whipple, elverişli bir kestirme diye, refrakter maddelere “toz”, uçucu maddelereyse “buz” demiş ve sorunun kuyruklu yıldız çekirdeğinin çakıl yığını modelinin izin verdiğinden çok daha fazla buz barındırması halinde çözülebileceği kanısına varmıştı. Bu fikri “aşıkâr” diye nitelemesine rağmen, bu düşünce daha önce dikkat çekecek ölçüde hiç bu kadar dobra dobra dile getirmemişti. Newton, Kant ve Laplace gibi aydınların hepsi benzer bir şeyi gevelemişti ama bu düşüncayı ilk defa açık ve tutarlı bir şekilde ifade eden Whipple’dı. Bunun ardından da –kuyruklu yıldızların

yarılması, dağılıp meteor yağmurlarına dönüşmesi ve can sıkıcı kütle çekimi dışı kuvvetlerin hareketlerini etkilemesi dahil–diğer sırların düşünüşümüzü gözden geçirip kuyruklu yıldız çekirdeğini, mineral taneleri ve muhtemelen diğer maddelerin dört bir tarafına yayıldığı, bir kirli buz topu olarak hayallersek açıklanabileceğini göstermişti.

Kuyruklu yıldızlar gerçekten kirli buzdan meydana geliyorsa, o zaman kuyruklu yıldızları anlamak için buzla ilgili bir şeyi anlamamız gerekir. İlkin, bir kuyruklu yıldızın bayağı su buzundan oluştuğunu varsayalım. Doğada kayda değer 92 tür atom vardır. Bunlardan en bolu hidrojen, helyum, oksijen, karbon ve azottur [veya nitrojen]. Bu atomlar birbiriyle topluca kimya adı verilen belirli yasalara göre birleşir. Evrende herhangi bir başka atom türünden daha fazla hidrojen bulunması nedeniyle, tipik soğuk kozmik madde parçaları hidrojen bakımından zengin olma eğilimi gösterir. Oksijen, karbon ve azot gibi atomlar genelde kaldırabileceği kadar çok hidrojene bağlanır. Örneğin oksijen, H_2O ile simgelenen bir molekül meydana getirmek üzere, iki hidrojen atomuyla birleşmeyi sever. Elbette H hidrojen, O oksijen anlamına gelir ve gerektiği gibi ünlü söz konusu moleküle su denir. Bir azot atomu üç nitrojen atomuyla birleşip, amonyak adı da verilen, NH_3 'ü meydana getirmekten hoşlanır. Karbonsa dört hidrojen atomuyla birleşip CH_4 'ü, namıdiğer metanı meydana getirmeyi sever. Bu kısaltmalar atomların nasıl birleştiklerinin –görebilseydiniz– bir molekülün gerçekte neye benzediğinin bir tür kestirmeden çizilmiş resmidir. Birçok başka basit birleşim daha vardır: CO, karbon monoksit; CO_2 , karbon dioksit; HCN, hidrojen siyanür [veya hidrosiyanik asit] ... ayrıca CH_3COOH , CH_3CCCN ve $HC_{10}CH$ gibi muazzam bir daha çapraşık⁴⁶ molekül çeşidi.

Evrendeki biraz daha az rastlanır atomlar da kimyasal birleşimler meydana getirir. Silisyum atomunu Si ile simgelersek, bayağı kuvars kumu SiO_2 yani silisyum dioksit [veya silis] içerir. Havadaki moleküler oksijen (tek başına oksijen atomundan, yani O'dan farklı olarak) O_2 'dir. Böylece doğal âlemin şeyleri bileşen

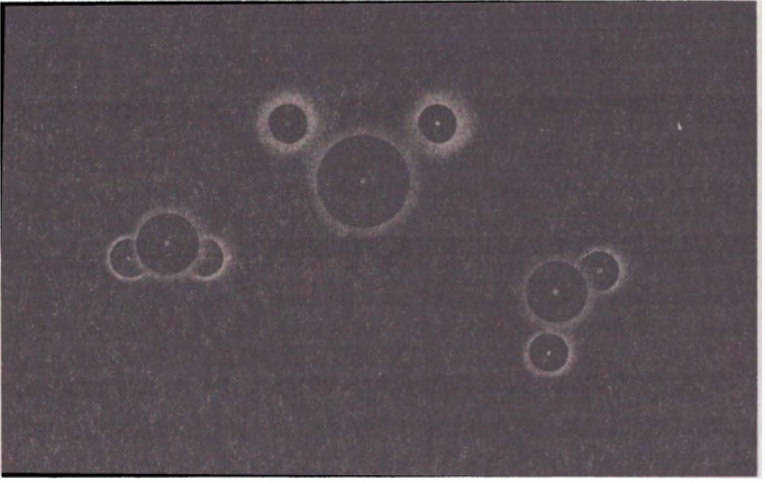
46. Bunlardan [CH_3CO_2H veya $C_2H_4O_2$ diye de yazılan] ilkinde asetik asit denir. Diğer ikisinin adı neredeyse telaffuz edilemez ve her biri formüllünden daha uzundur.

atomları sayesinde anlaşılabilir. Biz insanlar da kümeleşmiş, karmaşık ve harika bir şekilde bir araya gelmiş atomlarız.

Kuyruklu yıldız Buzunun Geçmişi

Newton dolaylı bir şekilde kuyruklu yıldızların ağırlıkla sudan meydana geldiğini ima etmişti (bkz. 17. Kısım), Laplace da gelişi güzel bir şekilde kuyruklu yıldızların buzdan oluşabileceğine değinmişti. İddialarını ayrıntılarıyla açıklamamışlar ve bu öneriler esasen unutulmuştu. Ancak yirminci yüzyılın ortalarına doğru bu düşünce yeniden herkesin aklına takılmıştı. Örneğin, 1948'deki *Annales d'astrophysique*'de Belçikalı astronom Pol Swings'in yazdığı bir makale vardır; (kaba çevirisiyle) "Güneş'ten çok uzaklarda, bir kuyruklu yıldızın içindeki katı [maddeler] çok düşük sıcaklıklardadır ve hidrojenle helyum dışında içerdikleri 'gaz' katı halde bulunmalıdır." demektedir. Gelgelelim bir dipnot bu içgörünün daha önce Alman astronom K. Würm'ün 1943'te *Mitteilungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf*'da yazdığı bir makale yer aldığına delalet eder. Oysa Würm'ün makalesinde de bu düşünce Çek/Alman kimyager Paul Harteck'in gayriresmi olarak Würm'e yaptığı bir açıklamaya atfedilir. Harteck 1942-43'te Naziler için bir atom bombası yapmakla meşguldü. Kuyruklu yıldız buzlarıyla ilgili değerlendirmeleri onu diğer, daha acil görevlerinden uzaklaştıran bir şeydi.

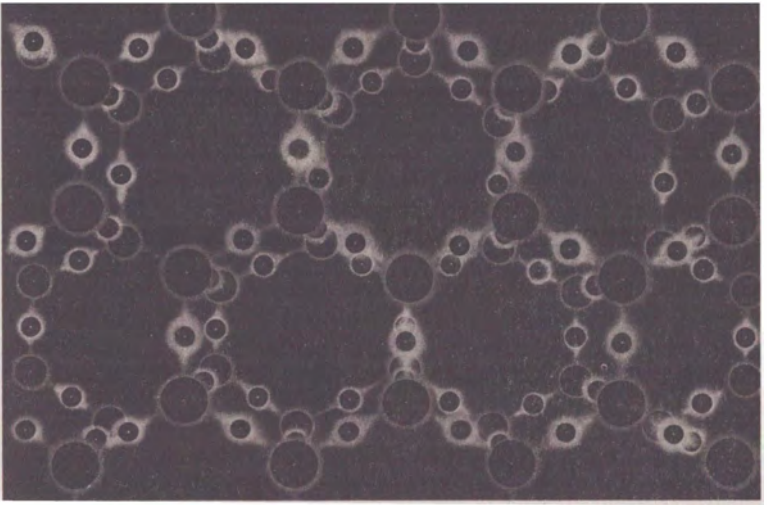
Şimdi su gibi bir molekülde, atomlar birbirine gelişigüzel konum ve açılardan yapışmamıştır. Münferit bir su molekülünde daima daha büyük oksijen atomuna kesin bir açıdan yapışık, molekülün biraz koca kulaklı bir yüze, aşağı yukarı Miki Fare'ye (bkz. Resim 34) benzemesine yol açan, iki küçük hidrojen atomu vardır. Atomları birleştiren kimyasal kuvvetler bunu doğanın güzellik ve düzeninin temelini teşkil eden kesin ve değişmez



34. Her biri bir oksijen ve iki daha küçük hidrojen atomu barındıran üç su buharı molekülü. Moleküller benzerleriyle bağlantılı değildir. Aksine bir parçagaz halinde serbestçe hareket etmektedir. Bunlar bir demlikten çıkan buhar molekülleri kadar ılık bir kış günü karlı bir araziden buharlaşıp yükselen moleküller de olabilirler. Resim: Jon Lomberg.

kuralları gereğince yapar. Bu kurallar her atomu kuşatan elektron bulutunca belirlenir. Ancak şimdilik atomlara nüfuz edilemez küçükküreler gözüyle bakıyoruz. İki tanesini birbirine yaklaştırdığınızda belirli kesin yasalara göre birleşme eğilimi gösterirler ama onları birbirinin çok yakınına sürerseniz birbirini iterler. Tek bir münferit su molekülü –örneğin bir kış günü nefes verirken ağzınızdan çıkan molekül– sallana sallana ve yuvarlana yuvarlana havaya karışır, güle oynaya önündeki diğer moleküllerle çarpışıp seker. Hiçbiriyle hemen birleşmez; onların bileşen atomları hanidir tutkulu kimyasal kucaklaşmalarla meşguldür.

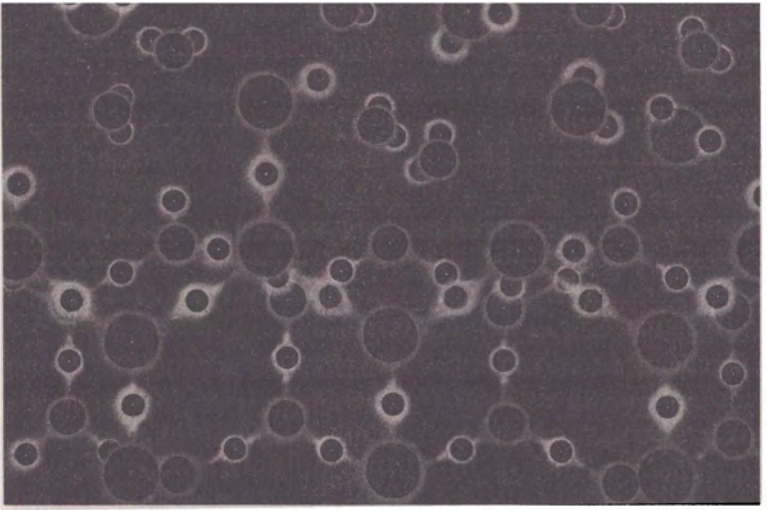
Sıcaklık moleküllerin hareket ölçümünden başka bir şey değildir. Sıcaklık yüksekken, moleküller azgın bir haldedir, ortalıkta koşturur, yuvarlanır, tokuşur, seker –bu bir cinnet halidir. Sıcaklık düşerken, moleküller gitgide daha bir ölçülü olur, neredeyse yatıştır. Yeterince düşük sıcaklıklarda su molekülleri birbirine bağlanır –her biri o kadar yavaş hareket ediyordur ki, artık kısa menzilli moleküler kuvvetler devreye girer ve bitişik su molekülleri birbiriyle zayıf bir şekilde birleşir. Bu meydana



35. Bayağı buzun moleküler yapısı. Çemberler, içlerindeki ufacık atom çekirdeğiyle, münferit atomların elektron bulutlarını temsil etmektedir. Büyük çemberler oksijen, küçük çemberler hidrojen atomlarını yansıtmaktadır. Atomların arasındaki moleküler kuvvetler onları bu altı köşeli kristal kafesi şeklinde bir araya getirir. Resim: Jon Lomberg.

geldiğinde –örneğin yağmurlu bir günde– gazın yoğunlaşarak sıvı suya dönüştüğünü söyleriz. Daha düşük (donma noktasının altındaki) sıcaklıklarda moleküller hâlâ gelişigüzel bir şekilde değil, kristal kafesi denilen zarif bir tekrarlı örüntü şeklinde yoğunlaşır. İşte buzun gizli yapısı budur (bkz. sayfa 35). Böyle bir kafeste her bir su molekülü belirli bir yerde, komşusuyla birleşik haldedir.

Örüntü iki boyutta, bir banyo zeminindeki seramikler gibi, altıgen şeklindedir. Her altıgen altı oksijen atomuyla onlara eşlik eden küçük hidrojen atomlarından meydana gelir. Bir nevi henüz keşfedilmemiş üstün bir mikroskobunuz bulunsaydı, böylesi bir yapıyı görebilirdiniz. Sola veya sağa bir milyon oksijen atomu boyunca ilerler ve tamı tamına aynı yapıyla karşılaşmış olurdunuz. Kristal kafes üç boyuttaysa bir tür altıgen kafestir. Önümüzdeki oksijen altıgeninin arkasında küçük hidrojen atomlarıyla bağlantılı bir başka oksijen altıgeni vardır. Onun arkasında da bir başkası ve benzeri. Başınızı neredeyse 120° döndürüp örüntüde herhangi bir



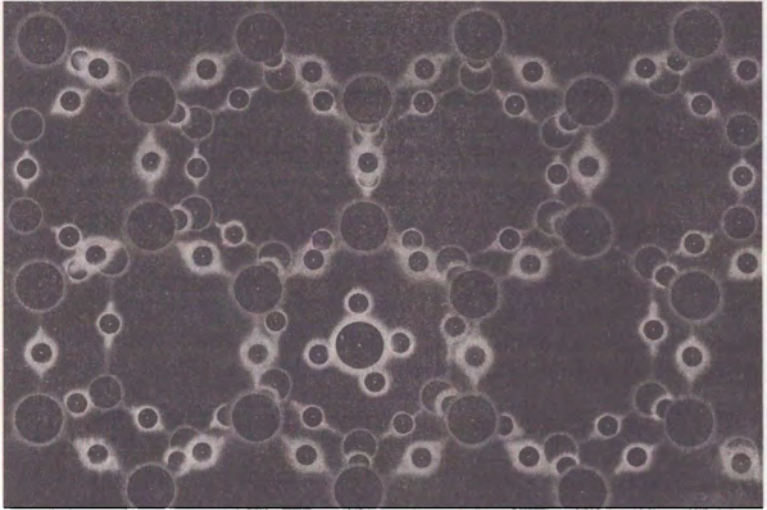
36. Buğulaşan buz. Altta buz kristali yapısının bir bölümü vardır ama ısınan üst yüzeyde (diyagramın ortalarında) buzun en küçük kırıntıları –basit su molekülleri– bitişik uzaya taşmaktadır. Sürece buğulaşma veya süblimleşme [uçunum] denir. Resim: Jon Lomberg.

sezilebilir fark göremezdiniz. Moleküler düzeydeki bu altıgen simetri ta makroskobik düzeye kadar devam eder ve kar tanelerinin o enfes altı köşeli simetrisinden bu sorumludur –ışın garibi, bu ilk defa astronom Johannes Kepler’in gözüne ilişen bir gerçektir.

Böyle bir kafese yakından baktığımızda, bileşen atomlarının durağan olmadığı, aksine titreştiği ve bulunduğu yerde küt küt attığı gözümüze çarpardı. Sıcaklığı düşürdüğümüzde, atım durulurdu; sıcaklığı yükselttiğimizdeyse atım şiddetlenirdi. Kristal kafesi bir arada tutan kimyasal bağların kendine özgü bir gücü vardır. Belirli bir sıcaklıkta bileşen atomlar o kadar şiddetle atar ki, bağlardan bazıları kopar ve kristal kafesin küçük bir parçası –münferit bir su molekülü– emsallerinden kendini ayırır ve fırlayıp gider. İstatistiksel bakımdan bu durum ara sıra düşük sıcaklıklarda bile vuku bulur. Sıcaklık arttıkça bu daha sıkça meydana gelir. Yeterince yüksek sıcaklıklarda söz konusu atım hareketi o kadar şiddetlenir ki, buzun üst tabakaları çözülmeye yüz tutar ve birbirinden ayrı çok sayıda molekül fişkırmaya başlar. Bu durum bir kuyrukluyıldız çekirdeğinde ortaya çıktığında

su molekülleri kendilerini civardaki yıldızlararası uzayda bulur. Süreç çeşitli şekillerde adlandırılır: buğulaşma, buharlaşma, uçma veya süblimleşme. Bu esas itibarıyla, buz denilen katı haldeki sudan, aradaki sıvı hali yaşamadan, dosdoğru buhar denilen gaz halindeki suya geçmektir.

Kapalı bir kaptaki bir parça buzumuz olsaydı ve onu ısıtsaydık, su molekülleri o karakteristik sıcaklıkta adamakıllı fışkırmaya başlardı. Ama uzaya kaçamaz; birbirinin yanı sıra odacığın duvarlarına çarpıp seker ve hepsi önünde sonunda yapışma eğilimi gösterdikleri buzun yüzeyine dönerdi. Buzdan kopan su molekülleriyle sekip gerisingeri ona dönen su molekülleri arasında bir denge meydana gelirdi. Bu şartlarda buz yavaş yavaş su buharına dönüşürdü. Yer'deki alışageldiğimiz şartlar da işte bunlardır. Kapalı bir kavanozdaki buz küpü açık havadakinden daha yavaş gözden kaybolur. Ancak kuyruklu yıldızda hava yoktur, sadece neredeyse tam bir boşluk vardır. Dolayısıyla kuyruklu yıldızın buzunu yeterince ısınır ısınmaz, su moleküllerini çarçabuk ve sonsuza kadar uzaya kaptırır.



37. Bir metan molekülü bir buz kristali kafesinin altıgen hücrelerinden birine hapsolmuş halde durmaktadır. Beyaz çevre çizgileriyle gösterilen karbon atomu metanı (CH_4) meydana getirecek şekilde dört daha küçük hidrojen atomuna bağlıdır. Böyle içlerinde hapsolmuş moleküller bulunan buzlara klatrat denir. Resim: Jon Lomberg.

Varolan yegâne buz su buzu değildir. Karbon monoksit veya metan gazını alıp yeterince soğutursanız, onlar da soğuk, beyaz bir katı oluşturacaktır. Gazların bu buz meydana getirme sıcaklığına donma noktası adı verilir. Her maddenin farklı bir donma noktası vardır.⁴⁷ Bazı yaygın gazların donma noktaları aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir. Su moleküllerinin nispeten yüksek sıcaklıklarda kristalleşmesi olgusu kimyasal bağlarının gücündendir; metan veya karbon monoksit buzu, su buzunun gayet dengeli ve mutlu olduğu sıcaklıklarda dağılır.

Buzların Donma Noktaları

Su, H ₂ O	0°
Hidrojen Siyanür, HCN	-14°
Karbon Dioksit, CO ₂	-57°
Amonyak, NH ₃	-78°
Formaldehit, HCHO	-92°
Metan, CH ₄	-182°
Karbon Monoksit, CO	-199°
Azot, N ₂	-210°

Sıcaklık dereceleri Santigrat, bir başka deyişle Celcius cinsindendir.

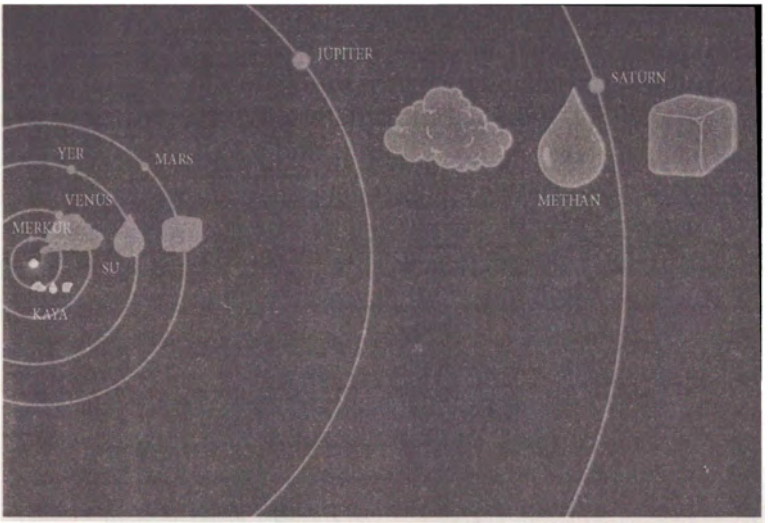
Şimdi, genel kozmik çoklukların akla getirdiği, tipik ama daha sulu bir metan, amonyak, su, karbon monoksit ve başka gaz molekülleri karışımını gözünüzün önüne getirin. Suyun sıvı halde bulunması için güneş benzeri bir yıldızla hemen hemen Yer’le Güneş kadar yakın olmalısınız. Elbette evrenin büyük bir bölümü yıldızlardan uzaktır, bu nedenle de [sıcaklık] suyun donma noktasının epeyi altındadır. Satürn’ün ötesindeki veya

47. Gazlar, mahalli atmosfer basıncına bağlı olarak, arada bulunan sıvı aşamasından geçmeden kaskatı kesilebilir; bu Mars’taki veya bir yıldızlararası tanedeki su buharı için geçerlidir ama Yer’in atmosfer basıncının yüksek olduğu yüzeyindeki için pek değil.

yıldızlar arasındaki ufak bir toz tanesinin üstünde sıcaklıklar çok düşüktür ve bu taneye hızla çarpan bir su molekülü yapışacaktır. Tane milyonlarca yıl boyunca ince yıldızlararası gazın içinden geçerken, büyür ve kristal kafes kendini her yönde azar azar genişletir. Bunu yaparken, başka molekül çeşitleri – belki bir metan veya bir amonyak veya başka bir şey– kafesin içine hapsolabilir (bkz. sayfa 141). Kafesin içine yabancı moleküllerin hapsediği, bu tür su buzunu yapısına klatrat [kafes bileşikleri] denir. Hapsolan molekül buzla kimyasal açıdan birleşmemiştir, sadece fiziksel bakımdan alıkonulmuştur⁴⁸. Dikkat ederseniz kafeste aşağı yukarı tek bir büyük atoma yer vardır, dolayısıyla metan klatratları her bir metan molekülünün çevresinde altı su molekülü bulundurma eğilimi gösterir. Su klatratının buharlaşması sırasında, hapsedilmiş moleküller buz kristali kafesinin pullanmasıyla aynı anda serbest kalır.

Bu tane milyonlarca yıl süresince büyüyorsa muhtemelen büyük ölçüde su buzundan mürekkeptir çünkü tanede derişecek [temerküz edecek] herhangi bir başka şeyden çok daha fazla su vardır. Ama başka maddeler klatrat halinde hapsolmalı ve yüzeyinde diğer buzlar da ortaya çıkmalıdır –parça parça CH_4 buzunu veya CO buzunu veya CO_2 buzunun yanı sıra çok daha karmaşık moleküller. Taneler büyümeye ve birbiriyle çarpışmaya devam ediyor, gitgide artan boyutlarda yapılar inşa ediyorsa, önünde sonunda küçük bir kuyruklu yıldız çekirdeğine benzer bir şey gelişecektir. Tamamen buz olmayacaktır; bazılarında ilerde bahsedeceğimiz, birçok başka türden madde mevcuttur. Ancak şimdilik kuyruklu yıldız çekirdeğiniz sadece buzlardan meydana geldiğini hayal edelim ve sonrada bunun hızla iç güneş sistemine daldığını düşünelim. Yüzeyindeki sıcaklık yavaş yavaş artar. Buz iyi bir ısı iletkeni değildir. Bu nedenle kuyruklu yıldız çekirdeğinin içi uzun bir süre yıldızlararası soğğun sıcaklığında kalır. Ne var ki dışı durmadan ısınır. Sonuçta o kadar sıcaklaşır ki, buzunu bir arada tutan kimyasal bağlar kopar ve buzun dış katmanları kuyruklu yıldızdan ayrılıp püskürürcesine uzaya savrulur.

48. Çok düşük sıcaklıklara meydana gelen buz, tekrarlı kristal kafesi geometrisi bulunmayan, amorf bir yapıya sahip olma eğilimi gösterir ama bunlarda bile klatratlar ortaya çıkar.

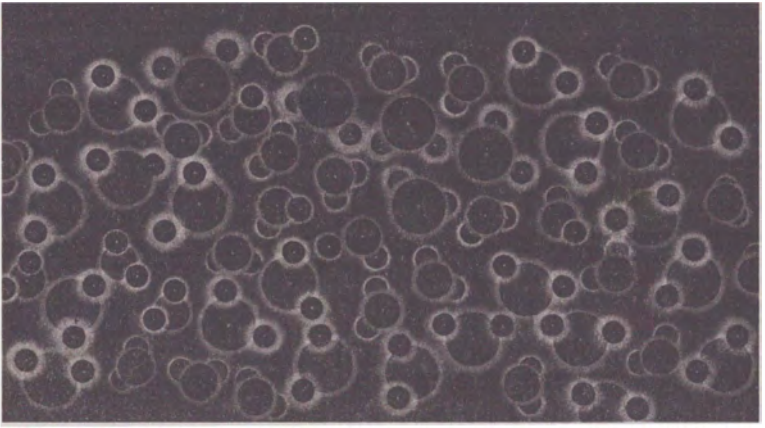


38. Maddenin halihazırdaki güneş sisteminde Güneş'ten çeşitli uzaklıklardaki halleri. Diyagramda Güneş'ten dışa doğru sayarsak, Merkür, Venüs, Yer, Mars, Jüpiter ve Satürn gezegenlerinin eş merkezli yörüngeleriyle, güneş sisteminin üç tür maddenin –silikat kayaç, su ve metanın– gaz (bulut), sıvı (damla) ve katı (küp) halde bulunduğu bölgesi gösterilmiştir. Silikatlar Merkür'ün yörüngesinin iç tarafında buharlaşır. Su, Yercivarında sıvı ve Güneş'ten Mars'ın çok ötesindeki uzaklıklarda donmuş haldedir. Metan, Satürn'ün yörüngesi kadar uzaklıklarda sıvılaşabilir ama katı halde bulunduğu mesafeler hâlâ Güneş'ten çok uzaktır. Böylece katı metan, su ve silikat karışımından mürekkep ve güneş sistemine çok uzaklardan giren bir kuyruklu yıldız, metanının ilkin Satürn'ün yörüngesi yakınlarında, suyunun iyice Mars'ın yörüngesinin yakınlarında, silikatlarının ise Merkür'ün yörüngesinin içinde buğulaşmasıyla karşı karşıya kalır. Diyagram: Jon Lomberg.

Farklı buzlar bu şiddetli buharlaşmaya farklı sıcaklıklarda, dolayısıyla Güneş'ten farklı uzaklıklarda maruz kalır. Kuyruklu yıldızın yolu Neptün'ün yörüngesiyle kesiştiğinde, bir parça saf metan yaklaşan Güneş tarafından hafifçe ısıtılır; kimyasal bağlar koparken, bir üfürük metan gazı uzaya karışır. Kuyruklu yıldızın yolu Satürn'ün yörüngesiyle kesiştiğinde de bir parça amonyak buzu kaybolur. Karbon dioksit buzu Satürn'le Jüpiter'in yörüngelerinin arasındaki bir yerde adamakıllı buharlaşmaya başlar. Bayağı buzsa kuyruklu yıldız Jüpiter'le Mars'ın yörüngeleri arasındaki asteroit kuşağına yaklaşımadan buharlaşmaya başlamaz.

Bununla birlikte çoğu kuyrukluyıldız saçının tam da asteroit kuşağı civarında meydana geldiği gözlenmektedir. Bu başlı başına su buzunun kuyrukluyıldızların esas uçucu bileşeni ve su buharıyla parçalanma ürünlerinin de kuyrukluyıldız saçlarının ana öğeleri olduklarının kanıtıdır. Günümüzde, ilerde göreceğimiz gibi, kuyrukluyıldız suyuyla ilgili çok daha fazla doğrudan kanıt vardır.

Kuyrukluyıldızların ara sıra asteroit kuşağının dışındayken de en azından geçici saçlar hatta kuyruklar meydana getirdiklerini görürüz. Böylesi etkinlikleri başka türden buzlara, CH_4 veya CO_2 gibi egzotik denilen buzlara atfetmek akıl çelicidir ama bu fışkırmalar Güneş'ten ne kadar uzakta vuku bulursa Yer'deki bir avuç astronom tarafından fark edilme ihtimali de o kadar azalır. Yüzeyi parça parça farklı türde buzlardan –su buzu, metan buzu, amonyak buzu ve karbon dioksit buzundan– mürekkep bir kuyrukluyıldızı gözünüzün önüne getirin. Yörüngesi onu ilk önce sadece söz gelişi Uranüs veya Neptün civarına taşısın. Her günberi geçişinde metan buzundan (ve varsa azot buzu ve karbon dioksit buzundan) kaynaklanan gazları salsın. Ne var ki bu gaz üfürükleri, önemli ölçüde salınsalar bile, Yer'den fark edilmeyecek ve kayda geçmeyecektir. Birçok günberi geçişinden sonra söz konusu metan –en azından kuyrukluyıldız çekirdeğinin dış katmanlarındaki– tamamen uzaya karışmış olacak; kuyrukluyıldız uçucu metandan yoksun kalacaktır. Metan kaybettiği her seferinde, nispeten tabii ki, su bakımından zenginleşir. Şimdi böyle bir kuyrukluyıldız –söz gelimi Neptün gezegenine çok yaklaşması nedeniyle– iç güneş sistemine doğru tedirgin edilirse, Satürn'ün yakınlarından geçerken ve varsa amonyakını kaybedecektir. Ama en kolay tespit edilebileceği zaman Mars'ın yörüngesinin içine girdiği, yeterince ısınıp güçlü kafes yapısının dağıldığı ve bolca bulunan uçucu suyun muazzam bir bulut halinde oluk oluk aktığı an olacaktır. Demek ki, kuyrukluyıldızlarda su buzu üç etmen nedeniyle bolca görülür: (1) suyun kozmostaki ileri düzeyde bolluğu; (2) diğer uçucuların kuyrukluyıldız yörüngesinin ilk vücut bulduğu zamanlarda kaybolma ihtimali; (3) suyun, kuyrukluyıldız ancak iç güneş sistemindeyken Yer'deki gözlemcilerin onu görebilecekleri kadar yakına geldiğinde, fışkırdığı gerçeği.



39. Sıvı suyun moleküler yapısı. Su molekülleri katı bir kristal kafes şeklinde düzülmemiştir. Aksine her biri gelişigüzel yöneldiği gibi hareket serbestisine de sahiptir. Resim: Jon Lomberg.

Whipple da başkaları da bir kuyruklu yıldız buzlardan mürekkepse, saç ve kuyruğu meydana getirecek kadar bol miktarda molekülle küçük parçacık sağlayabileceğini göstermişlerdi. Bir kuyruklu yıldız çekirdeği 1 GB mesafeden yaptığı her bir günberi geçişinde aşağı yukarı bir metre kadar madde kaybedebilir. Bir kilometre yarıçapla yola çıktıysa, tözünün tamamı bin günberi geçişinden sonra tükenecektir. Geriye uçucu olmayan mineral taneleri gibi maddeler kalacaktır –ki bunlardan bazıları da önünde sonunda muhtemelen Yer’in etki alanına girip sürüklenecek ve bir meteor yağmuru üretecektir. Günberi geçişlerini Yer’in yakınından yapan ama farklı günötelerine ve Güneş’in çevresinde farklı dolanma sürelerine sahip iki kuyruklu yıldız düşünün. Birinin kısa devirli bir kuyruklu yıldız olduğunu ve her bir dolanımının beş yıl sürdüğünü varsayın. Böylece iç güneş sistemine geldiği andan tamamen buharlaşıp meteorlara dönüşünceye kadar geçen zaman beş bin yıldır. Yüz yıllık bir dolanma süresine sahip uzun devirli kuyruklu yıldızın uçucularını kaybetmesi içinse, söz gelişi, yüz bin yıl geçmesi gereksin. Bunlar kuyruklu yıldızların beklenen tipik ömürleridir, yeter ki her bir günberi geçişinde doğrudan güneş ışığına maruz kalan taze bir buz yüzeyi bulunsun. Kuyruklu yıldız soğanının katman-

ları her günberi noktası yakınlarında, en nihayetinde hiçbir şey kalmayınca kadar soyulur. O halde, Laplace ve başkalarının hesapladığı gibi (bkz. 5. Kısım), kısa devirli kuyruklu yıldız nüfusunun çok daha uzak bir kuyruklu yıldız havuzundan yeniden ikmali gerekecektir.

Whipple ayrıca kirli buz modelinin, gayet doğal bir yoldan, Encke gibi kuyruklu yıldızların kütle çekimi dışı tuhaf hareketlerini de açıklayabileceğini fark etmişti. Elinize bayağı hava dolu bir oyuncak balon alın. Ağzına düğüm atın ve bırakın düşsün. Aşağı yönlü gezimesi yavaş ve düzenlidir. Ama aynı balonu elinize alır ve ağzını başparmağınızla işaret parmağınız arasında sıkarak kapalı tutarken başınızın üstüne kaldırıp bıraktığınızda odanın bir başından bir başına şöyle bir oklayacak, ani hamlelerle dönüşler yapacak ve ara sıra ayıp sesler çıkaracaktır. Bu roket etkisidir. Hava ağzından hızla boşalırken balon zıt yöne doğru ok gibi fırlayacaktır. Bunun nedenine Newton'un Üçüncü Hareket Yasası denir: Her etki eşit ve zıt yönde bir tepki doğurur. Bir roket de tam anlamıyla aynı ilkeyle çalışır. Egzoz fırlatma rampasına doğru püskürür ve roket gökyüzüne doğru yükselir. Roketin egzozu ne yere ne de hiçbir şekilde başka bir şeye abanır; roketler uzay boşluğunda da aynı ölçüde iyi –işin doğrusu, daha da iyi– çalışır. Bir başka bildik örnek bir tüfeğin geri tepmesidir –kurşun ileri gider ve dipçik omzunuza yani geriye doğru hareket eder.

Balondaki havanın, roketteki yakıtın ve silahtaki merminin kuyruklu yıldızdaki benzeri buzdur. Güneşe doğru yuvarlana yuvarlana ilerleyen, yüzeyi parça parça taşı maddeyle kaplı, oraya buraya da daha uçucu buzların serpili bulunduğu bir aysberg hayal edin. Kuyruklu yıldız Güneşe yaklaştıkça yüzeyi ısınır. Buzun bir kısmının sıcaklığı artar ve buharlaşır. Uzaya az miktarda metan veya amonyak gazı kaçtığını –bir ihtimal maddenin derinlerindeki bir damarını veya sadece biraz taşı gangi⁴⁹ ortaya çıkardığını– gözünüzün önüne getirebilirsiniz. Ancak bu gaz fışkırıkları kuyruklu yıldız çekirdeği yüzeyinin her yerinde eşit oranda ve aynı anda baş göstermez. Bir parça metan buzu Neptün'ün yörüngesine özgü bir uzaklıkta buharlaş-

49. Bir maden cevherini, bir değerli taşı –buradaysa kuyruklu yıldızın tözünü– saran değersiz madde. (ç.n.)

Söz konusu ettiğimiz su buzı en sık rastlanan buzdur –o altıgen kristal kafesleri Yer'deki kar tanelerini ve aysbergleri, buzul ve sokaktaki cıvık karı karakterize eder. Bu yapı gerçekten epey fevkaladedir. Buz yapısındaki büyük boş hacimler veya delikler nedeniyle sudan daha az bir yoğunluğa sahiptir. Buz bu yüzden sıvı su üstünde yüzer. Buz aynı nedenle donarken genişler. Sıvıdaki (bkz. sayfa 135-136) su molekülleri buz kafesine yerleşemeyecek ölçüde, çok şiddetli bir şekilde hareket eder. Yuvarlanmak ve çarpışmakla meşguldür ve iç boşluklara pek meydan bırakmaz. Ama sıcaklık düşünce hareketin şiddeti azalır ve bitişik moleküllerle aralarındaki kimyasal bağlar galebe çalar. Altıgen kafes meydana gelir ve önemli ölçüde daha az yoğun bir madde ortaya çıkar. Sıvı suyun yoğunluğu santimetre küp başına 1,0 gramdır ama bayağı buzun yoğunluğu santimetre küp başına 0,92 gramdır. Bu duruma doğada neredeyse bunun dışında rastlanmaz. Diğer maddelerde, katı daima sıvıdan daha yoğundur ve derhal batır. Söz gelişi, amonyak veya metan gibi hidrokarbonların başat sıvılar olduğu gezegenlerde yüzen aysbergler ve buz kaplı nehirlerle hiç karşılaşılmaz.

Buzun buğulaşıp doğrudan doğruya buhara dönüşmesini engelleme, onu aradaki sıvı aşamasında tutma bir atmosfer gerektirir. Üstteki gaz molekülleriyle çarpışma o durumda buğulaşmayı dizginler. Atmosfer yoksa çarpışma da böylesi bir dizginleme de dolayısıyla sıvılar da yoktur. Bir kuyrukluyıldızın yüzeyinden bin kat daha fazla atmosfer basıncına sahip Mars bile, bugün sıvı su kütlelerini açıkta barındıramaz. Bir kuyrukluyıldız çekirdeğinin üstünde sıvı su bulunamaz çünkü Yer örnek alınır-sa, bir kuyrukluyıldız saçının en göze çarptığı anda dahi ileri düzeyde boşlukla çevrilidir. Kuyrukluyıldızın bir oyuğunda, tabii sıcaklıklar yeterince yüksekse, rahatlıkla sıvı su oluşabileceğini aklınızın ucundan geçirebilirsiniz. Ama tek ısı kaynağı dışarıdaki güneş ışığıysa sıcaklıklar kuyrukluyıldızın derinliklerine indikçe düşecektir. Kuyrukluyıldızlarda hayatla ilgili, ilerde ele alınan, modern kurgular kuyrukluyıldız çekirdeğinin iyice derinlerindeki sıvı su, hatta bir ihtimal yeraltı suyu okyanusları imkânıyla yakından bağlantılıdır.

tığında (etki), kuyruklu yıldızın yörüngesi hafifçe titrer (tepki). Amonyak ve karbon dioksit parçaları Güneş'in yakınlarında benzer roket etkileri yaratabilir. Ayrıntılı araştırmalar kısa devirli kuyruklu yıldızların çok ufak kütle çekimi dışı hareketlerinin rahatlıkla kuyruklu yıldız yüzeyindeki su buz damarlarının süblimleşmesinden kaynaklanan roket etkisiyle açıklanabileceğini göstermiştir.

Yer'de en sıcak Güneş'in tepede bulunduğu öğlen vaktinden çok öğleden sonrasdır çünkü toprağın ısınması biraz zaman alır. Aynı şey kuyruklu yıldız için de geçerlidir. Bundan dolayı en fazla ısınan ve buharlaşan buzun esas kısmını uzaya sürükleyen öğleden sonrası tarafıdır. Kuyruklu yıldızın hangi yönde döndüğüne bağlı olarak, bu durum yörüngesel hareketini ya hızlandıracak ya da yavaşlatacaktır.

Kuyruklu yıldız kimi zaman -çarpışma veya hızlı dönme nedeniyle moleküller arası çekim kuvveti zorlanınca- yapısal bakımdan güçsüz düşer ve bir veya iki parçaya ayrılır. Artık güneş ışığına maruz kalan taze donmuş uçucular da ilave gaz ve toz fıskiığı ürettiğı gibi, kuyruklu yıldız kırıntılarının bir miktar hafifçe yuvarlanmalarına ve oklamalarına yol açar.

Benzer bir şey asla Güneş'in o kadar yakınlarına gelmeyen kuyruklu yıldızlarda da vuku bulabilir. Herkesçe en fazla bilinen örnek Schwassmann-Wachmann 1 Kuyruklu yıldızıdır. Varlığını Jüpiter'le Satürn'ün yörüngeleri arasında sürdürür ve ara ara parlar, kimi vakit birkaç gün için bin katı bir parlaklığa ulaşır. Böyle parlamalar olmadığında karanlık, kıvı kahve renkli, bas-bayağı organik madde zengini asteroitlere benzer bir cisim gibi görünür. Schwassmann-Wachmann 1'in parlamalarıyla ilgili bir yoruma göre, kuyruklu yıldızda derinlerde gömülü, Güneş'in yavaş yavaş ısıttığı egzotik buz yatakları bulunmaktadır. Güneş ışığı önünde sonunda bir buz havzasını uçuculaştırır ve su buharı yüzeyden oluk oluk akar. Fıskiıran su buharıyla birlikte taşınan ufacık buz ve toz taneleri cismin etrafında, bizim sadece geçici bir ışıldama olarak gördüğümüz geçici bir bulut -uzakta bir saç- meydana getirir. Kuyruklu yıldızın dairesel yörüngesi güneş sisteminin bu bölümünde uzun bir kalma süresi olduğunu açığa vurmaktadır. Peki, neden hâlâ yüzey yakınlarında egzotik buzlar bulunmaktadır acaba? Bir ihtimal bu bir egzotik

buzlar vakası değil, başka bir şeydir –söz gelişi, kuyruklu yıldızın yörüngesinde yer alan kaya parçası boyutlarındaki cisimlerle veya henüz tam saptanamayan bir çoklu çekirdek bileşenlerinin kendi aralarında çarpışmasıdır. Schwassmann- Wachmann 1'in parlamaları esrarını korumaktadır. Bunların tam bir açıklaması yoktur ve bu durum dış güneş sistemindeki başka cisimlerle ilgili merakımızı uyandırmaktadır –örneğin, Satürn'le Uranüs arasında varlığını sürdüren küçük dünya Kheiron [veya Chiron] veya dev gezegenlerin buzla kaplı uyduları. Bunlardan biri bir gün aniden bulutlara sarınıp şaşırtıcı bir şekilde parlayamaz mı? (Son yıllarda Kheiron'un aynen bunu yaptığı anlaşılmıştır.)

Alman matematikçi F. W. Bessel Halley Kuyruklu Yıldızı çekirdeğinin 1835'te fışkırıklar çıkardığına tanıklık ettiğinde, kuyruklu yıldızın bununla hafiften kütle çekimi dışı hareket edebileceği tahmininde bulunmuştu. Öneri, Whipple onu modern bir bağlamda gözden geçirinceye kadar, 115 yıl boyunca ihmal edilmişti. Bugün ısınan bir kuyruklu yıldızın çekirdeğinden, bir gezegenler arası uzay aracının kesintili bir şekilde çalıştırılan düzensiz tutum kontrol motorları [jet motorları] gibi, madde fışkırıklarının püskürdüğünü görebiliyoruz. Bu muazzam fizikilerden birinin uzaya fışkırdığı her seferinde kuyruklu yıldız yörüngesi azıcık yön değiştirir.

Böylece kirli buz modeli bir çırpıda, en azından Thomas Wright'ın devrinden beri farkına varılan, kuyruklu yıldız saçlarıyla kuyruklarının meydana gelişinin zamanlamasıyla uzamını, kütle çekimi dışı hareketi ve kuyruklu yıldız çekirdeğinden patlayarak çıkan fışkırmaları açıklamaktadır. İlerde göreceğimiz gibi, bugün buna ilaveten, elimizde su buzunun gözlediğimiz kuyruklu yıldızların ana bileşeni olduğuna dair doğrudan kanıt bulunmaktadır. Fred Whipple'in "aşikâr" açıklamasında, bilimsel geleneğe yaraşır şekilde öne sürülen mütevazı bir hipotezden, beklenmedik ölçüde eksiksiz bir öngörü ortaya çıkmıştır.

Demek ki, kuyruklu yıldızlar aslında büyük ölçüde adeta Güneş'in çevresinde koşturan dev kartoplarıdır. Peki, bu ne miktarda buzdur? Yer'in her tarafında bir yıl boyunca yağan her bir kar tanesini süpürmek üzere mevzilenmiş kar küreme araçlarınız bulunduğunu hayal edin. Ve ardından bütün bu karın bir şekilde kaba bir küre halinde toparlandığını, uzaya taşındığını ve soğukta



40. Yer'deki bir astronom bir kuyruklu yıldızın anatomisini çözmeye çalışırken. Ciltsiz müzik notaları kapağı, 1910. Ruth S. Freitag'ın müsaadesiyle, Library of Congress.

saklandığını gözünüzün önüne getirin. Böylelikle aşağı yukarı bir baştan bir başa on kilometre uzunluğunda bir kuyruklu yıldız çekirdeği elde edersiniz. Bu kadar karla yüz tane sıradan çekirdek yapabilirsiniz. Başka bir deyişle, tipik bir kuyruklu yıldız çekirdeği hemen hemen her yıl Doğu Avrupa'ya veya Kuzey

Amerika Birleşik Devletleri'ne yağan kadar kar içerir. Sanki pek o kadar da fazla değilmiş.

Bir bakıma, Whipple'ın kartopu hipotezi bir hayal kırıklığıdır. Newton ve Halley kuyruklu yıldızları ürkütücü alametlerden, doğanın alelade şeylerine, gaip ama malum bir ilahi buyruğa boyun eğen şeylerine dönüştürmüşlerdi. Ama kuyruklu yıldızlar yörüngedeki kartoplarından ibaretse, o durumda açığa vurulmamış bir sır kalır mı? Yoksa bugün rütbe indirimine uğrayan kuyruklu yıldızlar, bıkkınlık getirecek kadar yavanlaştı mı? İnanılır gibi değil, kuyruklu yıldızlarla ilgili yeni kavrayışımız onların güneş sisteminin de biz insanların da ve bildiğimiz çoğu dünyanın yüzey özelliklerinin de kökenini anlamamızın anahtarı olduklarını akla getirmektedir.

kuyruklu yıldızların anatomisi: buraya kadarın özeti

Ardından gökte başka bir belirti görüldü... kıvılcıklı büyük bir ejderhaydı bu.

Kuyruğuyla gökteki yıldızların üçte birini sürükleyip yeryüzüne attı.

—HAVARİ AZİZ YUHANNA'NIN VAHYİ 12: 3-4

Kuyruklu yıldızların ne olduğunu, nereden geldiğini ve bizim için akla uygun ne önem taşıdığını araştıran bizler, gezegenin her tarafındaki insanlarca binlerce yıl boyunca sabırla yapılan gözlem ve tutulan kayıtların mirasçılarıyız. Çin'deki Han Hanedanı'nın görevlendirdiği veya Selevkos dönemi Babil'indeki resmi bir kâtibin kuyruklu yıldızların özellikleriyle ilgili gerçekçi bir şekilde düştüğü notlar, binlerce yıl sonra Newton kütle çekimi yasasını veya yeni kuyruklu yıldızların ortaya çıkma sıklığındaki tutarlılığı sınamamıza yardım etmektedir.

İnsanlık tarihinin tamamında binden az münferit kuyruklu yıldız kayda geçirilmiş ve sadece birkaç yüzünün Güneş'le Yer'in yakınlarından birden fazla defa geçişi görülmüştür. Plinius çıplak gözle görülebilen kuyruklu yıldızların bir haftayla altı ay arasındaki bir süre boyunca görünür olduklarını yazmıştı ki bu genelde hâlâ doğrudur. Çoğu durumda kuyruklu yıldız belli belirsizdir, gökyüzündeki parlak bir leke haliyle güç bela fark edilir —ufak bir ışık demetidir, görünene bakılırsa, Samanyolu'nun ondan kopmuş ve bir başına hareket eden bir kırıntısıdır. Bu tür kuyruklu yıldızların görünürlüğü küçük bir teleskopla, hatta bir dürbünle bile büyük ölçüde artar.

Kuyruklu yıldızlar gökyüzünün bir başından bir başına şimşek gibi geçmez; yıldızlarla birlikte doğar ve batar. Şimşek gibi geçme kavramı kısmen meteorlarla karıştırılmalarından, kısmen de çizim ve fotoğrafların verdiği bir anlık izlenimden kaynaklanır: Gündelik deneyimimizde böyle şekillere sahip nesneler genellikle şimşek gibi geçer. Bir kuyruklu yıldızın fotoğrafını gördüğümüzde kimimizin aklına hemen uzun, düz saçları geri üflenmiş bir kadın gelir. Bunun nedeni, daha önce söylediğimiz gibi, Yunanca saç kelimesinden türetilen bizzat kuyruklu yıldız adıdır. Ama kuyruklu yıldız varlığını burada havanın şeyleri geri üflediği aşağıda sürdürmez. Kuyruklu yıldız gezegenler arası uzayın neredeyse tam boşluğunda yaşar. Kuyruk da her zaman arkasından uzanmaz; aksine günberi geçişinden sonra, kuyruklu yıldız Güneş'ten ayrılırken, çekirdek kuyruğu önüne katar. Burada başka bir şey cereyan etmektedir.

Bir kuyruklu yıldız Yer'e yaklaşırken, genellikle hem parlaklığı hem de kuyruğunun uzunluğu artar. Günberi geçişi sırasındaki zor durumu atlattırırken Güneş'in parıltısında kaybolabilir ve ardından bir kere daha ortaya çıkar –Güneş, Yer ve kuyruklu yıldızın göreceli geometrisine bağlı olarak, daha parlak veya daha sönük görünebilir. Çıplak gözle görülebilen bazı kuyruklu yıldızların kuyrukları ufuk çizgisinden başucu noktasına kadar uzanmıştır.

Parlak bir kuyruklu yıldız Jüpiter'le Mars'ın yörüngeleri arasındaki bir konumdayken Yer'den çıplak gözle bakan bir gözlemciye ilkin bir ışık noktasıymış –algılanabilir bir pusla çevrelenmiş, dördüncü veya beşinci kadir bir yıldız– gibi gelebilir. Ama böylesi tezahürler enderdir. Kuyruklu yıldızlar elbette parlaklık açısından adamakıllı fark eder; çoğu sadece büyük teleskoplarla görünür, bazıları çıplak gözle seçilebilir ve ara sıra –birkaç yılda bir– o kadar göze çarpanı vardır ki, herkesi heyecana getirir. Ortalama bir insan ömrü boyunca hemen hemen bir kere gökyüzünde gündüz gözüyle, hatta Güneş'e çok yakinken görülebilen bir kuyruklu yıldız belirir. İnsanların akıllarında o yıl gelen Halley Kuyruklu Yıldızıyla karıştırılarak yer eden, Büyük 1910 Kuyruklu Yıldızı (1910 I) [veya C/1910 A1] böyleydi ve ona Büyük Şafak Vakti Kuyruklu Yıldızı adı verilmişti.

Çoğu kuyrukluyıldız profesyonel veya amatör astronomlar tarafından keşfedilir. Bazen –daha önce bilinmeyen, o güne kadar görünmeyen, Güneş’in parıltısıyla ağaran– bir kuyrukluyıldız tam tutulma sırasında, Güneş’in yakınında tacının ışığı içinde yüzerken fark edilir. Kuyrukluyıldız tutulma sonrasında tekrardan görünmez olur. Ama böylesi durumlar seyrektrir.⁵⁰ Kuyrukluyıldızlara çoğunlukla Güneş’in civarında, hareketleri onları Güneş’in parıltısının dışına taşıırken rastlanır. Kuyrukluyıldızlar ayrıca Güneş’ten uzaktayken de keşfedilir; göğün bir alanının geceleyin çekilen uzun pozlu bir fotoğrafı standart haritalarda bulunmayan sönük, bulanık bir cismi ortaya çıkarır. Yeni kuyrukluyıldızları arama konusunda şevke gelebilen amatörler, bazen göğü büyük parçalar halinde bir bakışta gören özel teleskoplar kullanarak gök kubbeyi sistemli bir şekilde kuşak kuşak tararlar. Nitekim kısa bir zaman önce ortaya çıkan bir kuyrukluyıldız, salon penceresinden genellikle umut vermeyen Britanya göğüne dürbünle dikkatle bakan amatör bir astronom tarafından keşfedilmişti. Bazı astronomlar kendilerini ömür boyu hasrettikleri araştırmalarıyla bir düzineden fazla ayrı kuyrukluyıldız bulmuşlardır.

Artık bu teamüle, atmosfer kirliliği ve şehir ışıkları yüzünden, gitgide daha az rağbet ediliyor. Oysa bir zamanlar gök haritasını avucunun içi gibi bilen ve bir bakışta –hareketli bir yemek sonrası yürüyüşüne çıktığında– daha önce hiçbir yıldızın görünmediği bir yerde yeni bir ışık noktası veya lekesi bulunduğunu söyleyecek çok insan vardı. Bu yolla bazen patlayan yıldızlar, novalar keşfedilir. Bazen de kuyrukluyıldızlar. Ara sıra parlak bir kuyrukluyıldız hiç de astronom olmayan gözlemciler tarafından çıplak gözle saptanır. Klasik örnek, Güney Afrika demiryollarında çalışan üç işçi tarafından fark edilen, Ocak 1910’un Büyük Şafak Vakti Kuyrukluyıldızıdır. Orada Halley’nin devrindeki gibi Güney Yarıküre semalarını tarayan az sayıda astronom vardı.

Ortalama olarak, her gece, Yer’in bir noktasında, teleskoptan bir kuyrukluyıldıza bakan en az bir astronom vardır. Ancak bu neredeyse hiçbir zaman keşif sürecinde pek bir yer tutmaz,

50. Bununla birlikte, böyle bir tutulmayı uzay aracı yüksekliklerinde buzlu bir disk aracılığıyla Güneş’i engelleyerek yapay olarak düzenlemek de mümkündür.

aksine kuyrukluyıldızların doğasını anlamaya yönelik çok daha karmaşık bir araştırma programının parçasıdır. Muhtemelen bir astronom kuyrukluyıldızın fotoğrafını çekiyor veya ışığını spektrometreden geçirip bileşimi ve hareketiyle ilgili bir şeyi ortaya çıkarmaya çalışıyor veya saçından yayılan ısıyı ölçüyordur. Keşif çok defa bir teleskobun gözleme merceğindeki bir astronom tarafından değil, gökyüzünün bir başka amaçla teleskopla çekilen bir fotoğrafından yapılır.

Güneş'ten uzakta bir kuyrukluyıldız keşfettiğinizi düşündüğünüzde ne ararsınız? Bulanık bir ışık beneği görürsünüz. Bu fotoğrafik duyarkatmanın [emülsiyon] eseri midir acaba? Bir fotoğraf daha çekersiniz. Bu sizin gök haritanızda yer almayan bir başka tür sönük ışık beneği olabilir mi? Bir bulutsu veya uzak bir galaksi? Bir fotoğraf daha çekersiniz. Yıldızlara göre orta karar hızlarda hareket ediyorsa, o zaman büyük bir ihtimalle bir kuyrukluyıldız keşfettiniz. Bulanık değilse, bu muhtemelen bir asteroittir.

Kuyrukluyıldızları Adlandırma

Kuyrukluyıldızlara, Halley Kuyrukluyıldızı veya West Kuyrukluyıldızı gibi, çoğunlukla kâşiflerinin adı verilir. Çin Halk Cumhuriyeti'nde bireysel başarının gözden düştüğü bir zamanda keşfedilen, bir [Nanjing yakınlarındaki] Mor Tepe [Zijin Shan] Gözlemevi Kuyrukluyıldızı bile vardır. Kuyrukluyıldızlara bazen kâşiflerininki değil de bir veya iki tezahürü sırasında görülen kuyrukluyıldızların aslında aynı kuyrukluyıldızın dönüşü olduğunu ilk fark edenlerin adları verilir. Encke kadar, Halley Kuyrukluyıldızı da böyle bir durumun örnekleridir.

Kuyrukluyıldızlar ayrıca belirli bir yıldaki günberi geçiş sırasını göstermek amacıyla Romen rakamıyla da belirtilir –1858 VI veya 1997 I gibi.

Kuyruklu yıldızların profesyonel astronomlarca keşfi esasen kuyruklu yıldız Güneş'ten uzaktayken ya yaklaşıırken ya da –daha nadiren– günberi geçişinden sonra, yapılır. Böyle keşifler neredeyse istisnasız (bilinen bir kuyruklu yıldızın “yeniden keşfi” dışında) bambaşka bir araştırmanın tesadüfi yan ürünüdür. Oysa amatör astronomlarca keşifler çoğu defa kuyruklu yıldız Güneş'e yakinken –gün batımından birkaç saat sonra veya şafak sökerken– yapılır. Çünkü kuyruklu yıldızlar birdenbire parlayabilir, Güneş'ten uzaktayken büyük bir astronomi teleskobunda fark edilmeyen bir kuyruklu yıldız, kimi zaman Güneş'e yakinken –1910'un Büyük Şafak Vakti Kuyruklu Yıldızının durumundaki gibi– mütevazı bir araçla hatta çıplak gözle bile keşfedilebilir.

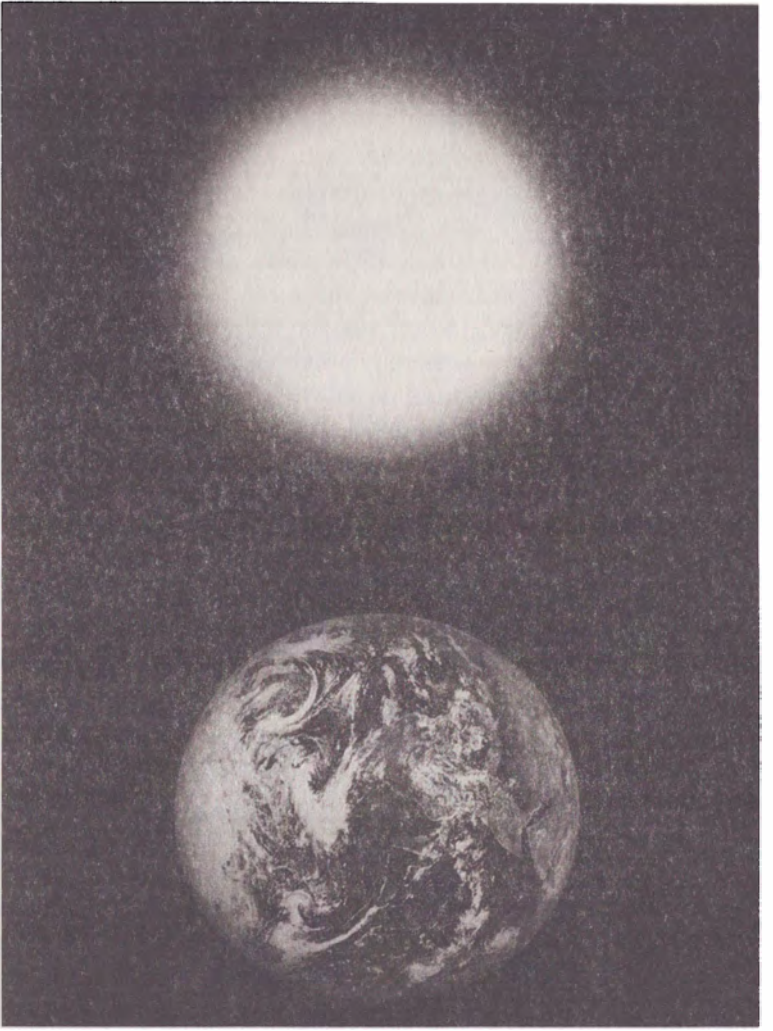
Güvenilir bir şekilde dönemseller diye tespit edilen kuyruklu yıldızların bir haylisi “yeniden keşfedilir” –Yer'e gelecekteki yaklaşmalarından birinde görülür. Buna rağmen, gördüğünüzün yıllar önce gözlenenle aynı kuyruklu yıldız olduğuna nasıl güvenebilirsiniz? Genelde kuyruklu yıldızın kolaylıkla ayırt edilebilen tanımlayıcı bir özelliği, çizgili kravatı, ekose kıyafeti yoktur. Gene de ayırt edebilmenin yolları vardır. Daha önceki kuyruklu yıldızla halihazırdakinin yörünge özellikleri, Edmond Halley'nin öncülük ettiği çalışma uyarınca karşılaştırılır: örneğin, dönümü, dış merkezliliği, günberi noktasının Güneş'ten uzaklığı ve yörünge düzlemi eğikliği. Astronomlar Halley Kuyruklu Yıldızının 1986'daki dönüşü için, kuyruklu yıldızın yörüngesinin her noktasında tam nerede olacağını hesaplamışlardı. 16 Ekim 1982'de, günberi noktasına varmasından üç yıl önce, büyük bir teleskopla daha Satürn'ün yörüngesinin ötesindeyken yeniden keşfedilmişti. Kuyruklu yıldız öngörülen konumunda Ay'ın görünür boyutlarının yüzde 1'inden daha küçüktü.

Yapılan bazı kuyruklu yıldız keşifleri doğrulanmadan kalır. Çünkü genellikle yörünge dönümleri ya hiç belirlenmemiştir ya da çok uzundur. Kimi zaman yörüngeleri iyi belirlenmiş kısa devirli kuyruklu yıldızlar bir sonraki tezahürlerinde yeniden keşfedilmez. Böylesi birçok rapor büyük bir ihtimalle astronomun hatasından değil, gaz ve toz fıskırtan kuyruklu yıldızın görülmeyecek kadar sönük olmasından kaynaklanır. Kuyruklu yıldız, faaliyet bittiğinde kayıplara karışır. Yeniden keşfedilemeyen kuyruklu yıldızlar bize gün ışığına çıkarılmamış dünya kadar kuyruklu yıldız bulunduğunu hatırlatmaya yarar.

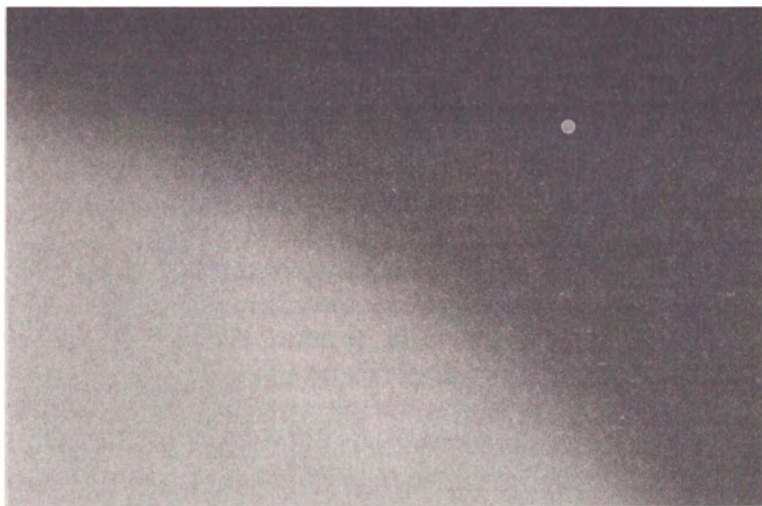
Astronomik gözlemlerin birikimli ağırlığından kuyruklu yıldızların anatomisi hatta az buçuk fizyolojileri hakkında genel bir resim meydana gelmiştir. Bu resmin çeşitli bileşenlerine daha önce değinmiştik; gelin şimdi bunları enine boyuna tartalım.

Kuyruklu yıldızlar güneş sisteminde göze çarpan gelmiş geçmiş en büyük ve en değişken cisimlerdir⁵¹. Ufacık bir çekirdek hatırı sayılır bir saç ve sıkça Güneş'ten çok daha büyük, devasa bir kuyruk üretir. Buna rağmen, Güneş'ten aynı uzaklıktaki iki kuyruklu yıldızdan biri muazzam bir kuyruğa sahipken, diğerrinin hiç olmayabilir. Resim 41, 42 ve 43'te Thomas Wright'tan (4. Kısım) esinlenip onu örnek alarak tipik bir kuyruklu yıldız çekirdeğinin, saç ve kuyruğunun göreceli ölçeklerini gözler önüne seriyoruz. Zerre kadar da olsa görülebiliyorsa, teleskopla bakıldığında bir kuyruklu yıldızın çekirdeği yıldız benzeri bir ışık noktası gibi gözükür. Genelde bir baştan bir başa birkaç kilometredir ama bu ufacık buz topu, iç güneş sistemindeki birbirine komşu gezegenlerin yörüngelerinin arasındaki mesafeden daha uzun, görünür bir kuyruk meydana getirir. Yüz milyon kilometre uzunluğunda bir kuyruğa sahip bir kilometrelik bir cisim, Washington, D.C.'de güneş ışığında dans eden, Baltimore'a kadar uzanan bir kuyruğa sahip, tek bir toz tanesini andırır.

51. Jüpiter'in -güneş rüzgârının Jüpiter'in manyetik alanıyla etkileşimi sonucu ortaya çıkan- manyeto kuyruğundaki yüklü parçacıklar Satürn'ün yörüngesine kadar uzanır; bu gezegence manyeto kuyruk bilinen herhangi bir kuyruklu yıldızın kuyruğundan daha uzundur. Ama ancak bir uzay aracı içinden geçtiğinde keşfedilmiştir. Göremezsiniz.



41. Bir kuyruklu yıldızın bileşenleri. Resim 41'de iç güneş sistemindeki bir saç Yeri'nin yanında gösterilmiştir. Saç yayınık gaz ve ince parçacıklardan oluşmaktadır. Çekirdek önemsizdir ve bu örnekte merkezdeki görünmez noktadır. Resim 42'de bir baştan bir başa birkaç kilometre uzunluğundaki tipik bir kuyruklu yıldız çekirdeği bulunmaktadır. Boyutları için tipik bir kuyruklu yıldızın yayınık dış kenarının yanında gösterilmiştir. Resim 43'teyse iyice gelişmiş bir kuyruklu yıldız kuyruğu Yeri'nin yörüngesinden Mars'ın yörüngesine kadar uzanmaktadır. Diyagramlar: Jon Lomberg/BPS.



42.



43.

Eski bilimsel literatürde genelde yüzlerce veya binlerce kilometre çapında oldukları ileri sürülen kayda geçmiş kuyruklu-yıldız çekirdekleri gözlemleri yer alır. Kuyruklu-yıldız Yer'e en fazla yaklaştığında yapılan bu ölçümler, hemen hemen kesinlikle, aslında saçın en parlak kısmıyla ilgilidir; katbekat küçük çekirdeğin kendisi içeride gizli kalmıştır. Birkaç gözlemci çekirdek önünden geçerken yanıp sönen bir artalan yıldızı görebildiklerini iddia etmişlerdir.

Bazen bir kuyruklu-yıldız, tesadüf eseri, Yer'den Güneş'e doğru yolculuğunda görüş çizgisinde ilerler. Çekirdek dağ gibi –söz gelişi, bir baştan bir başa 1.000 kilometre– olsaydı, güneş tekerine gölgesi düşen, hareketli küçük bir siyah nokta halinde görünürdü. Oysa gözlem girişiminde bulunulan her seferinde –örneğin, Büyük 1882 Kuyruklu-yıldızı veya Halley Kuyruklu-yıldızı 1910'da Güneş'in önünden geçerken– çekirdek herhangi bir şekilde izi sürülemeyecek kadar küçüktü.

Ara sıra bir kuyruklu-yıldız Yer'e yoğun bir saç bulunmaksızın yaklaşır ve saçın içindeki küçük, parlak bir nokta görülebilir. Bu kuyruklu-yıldız çekirdeği kadar sadece tozdan meydana gelen yoğun bir iç saç da olabilir.

Kuyruklu-yıldızlar Yer'e sokulurken örtünür, meraklı astronomların gözlerine görünmezler. Genelde sadece karanlıkta –Jüpiter'in yörüngesinin ötesindeyken– soyunurlar. Kuyruklu-yıldızı Güneş'ten uzaktayken, daha bir saç üretmeden yakalayabilirseniz, o zaman çıplak çekirdeğini bir an için görebilirsiniz. Ancak kuyruklu-yıldızlar o kadar küçüktür ki, Güneş'ten çok uzaklardayken, ne kadar parlak olurlarsa olsunlar, onları ancak ışık noktaları halinde görebiliriz. Ayrıca yüzey ayrıntıları hiç seçilmez. Yerde kurulu teleskopların çözünürlüklerinin yapısından gelen bir sınırı vardır, keza ince ayrıntıları ayırt edebilme yeteneğimizin de. Öyleyse, bir çekirdeğin çıplak halde dahi boyutlarını nasıl bilebiliriz? Astronomlar bir başka yol bulmuşlardır.

Çekirdekten Yer'e yansıyan güneş ışığının miktarı ölçülür: o zaman, sırf çekirdeğin ne kadar karanlık olduğunu bilmekle, ölçtüğümüz güneş ışığı miktarını geri göndermesi için gerekli büyüklüğü hesaplayabiliriz. Daha büyük cisimler daha çok ışık yansıtır. [Ayrıca] yüzeyin yansıtıcılığı arttıkça, ölçülen ışık miktarını geri gönderen çekirdeğin daha küçük, tersine karardıkça

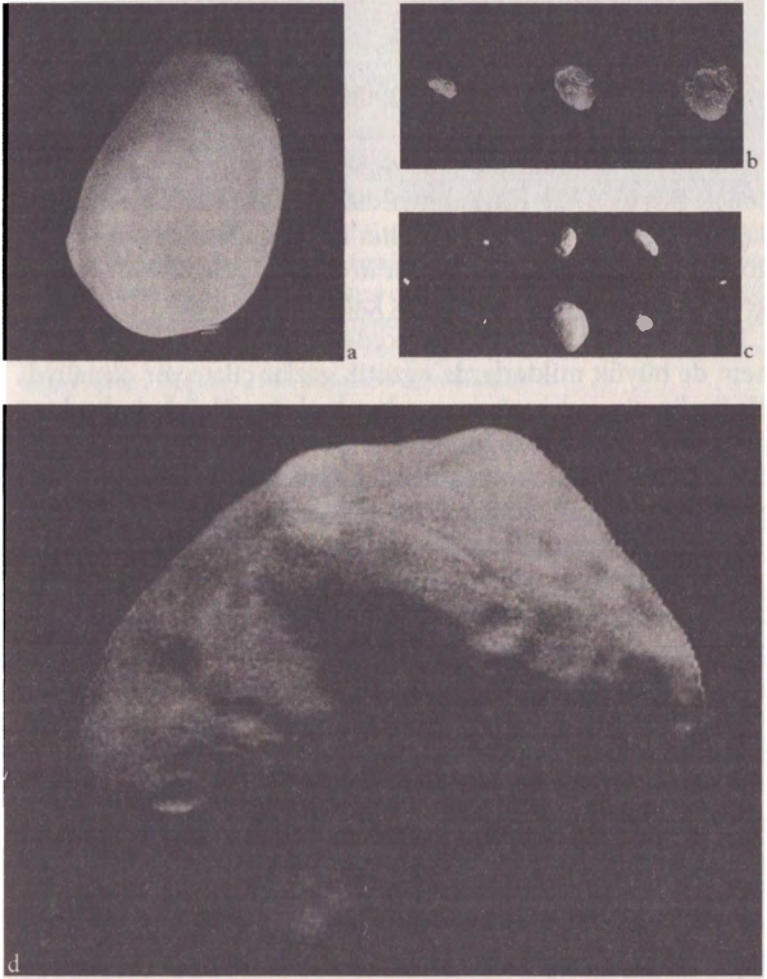
daha büyük olması gerekir. Elimizde başka kanıtların bulunduğu karanlık, kirli kuyrukluyıldız çekirdekleri için hesaplanan boyut aşağı yukarı bir baştan bir başa birkaç kilometredir.

Bir kuyrukluyıldız çekirdeğinin boyutlarını daha doğru-
dan belirlemenin yolu, Yer'den kuyrukluyıldızla kesişip geri
yansıyacak radyo dalgaları göndermektir. Venüs'teki kadar
yoğun bir gezegen atmosferi bile böylesi bir radar sondajı için
saydamdır; bu radyo dalgaları saçın içinde kolayca geçecektir.
İleri radar astronomisinin ortaya çıkışından beri, Yer'e yeterince
yaklaşan az sayıdaki kuyrukluyıldızın bir baştan bir başa iki
yüz metreyle birkaç kilometrelik çekirdeklerinin bulunduğu
anlaşılmıştır ki, bu diğer tekniklerle yapılan en iyi tahminlerle
gayet uyumludur. Çekirdek boyutlarını ölçmenin en doğrudan
yolu saçın içinden geçen bir uzay aracı kamerası kullanmaktır
(bkz. Resim 44).

Bir baştan bir başa beş kilometre yani, neredeyse Halley Kuy-
rukluyıldızının yeni tahmini boyutlarındaki bir kuyrukluyıldız
çekirdeği pek büyükmüş hissini vermemektedir ama Yer'in
tipik yörelerinden birinde usulca okyanus dibine yerleştirilse
–en azından eriyinceye kadar– alışılmadık bir tropik ada türü
meydana getirecek şekilde çabucak okyanus yüzeyinin üstünde
dikilecektir.

Bu yolla ölçülen kuyrukluyıldızların sayısı bilinen kuyruk-
luyıldızların yüzde 1'inden azını temsil eder. Çok daha küçük
veya çok daha büyük kuyrukluyıldızların varoluşu ne kadar
ihtimal dahilindedir acaba? Bir baştan bir başa birkaç kilomet-
relik bir kuyrukluyıldız bir şehir boyutlarındadır. O halde bir
ev kadar küçükleri veya Lüksemburg veya Brunei [Bandar Seri
Begawan] kadar büyükleri var mıdır? İç güneş sistemindeki çok
küçük kuyrukluyıldızları saptamak imkânsızdır; kuyrukluyıldız
buzları buharlaşınca dağılacığından son derece kısa bir ömre
sahip olacaktır. Kuyrukluyıldızlar yarılıp dağıldıklarında şüp-
hesiz aşağı yukarı bir ev büyüklüğünde kırıntılar yayılmaktadır
ama bunlar çok uzun bir süre dayanmaz. Ne tuhaf, astronomlar
gitgide daha sönük cisimlere bakarak gitgide daha çok sayıda
küçük kuyrukluyıldız bulmazlar. Kimileri bunu daha tamamen
küçük kuyrukluyıldızların daha zor seçilmesine dayandırırken,
kimileri de (yüz metre boyundaki) bir futbol sahasından daha

küçük kuyruklu yıldızların gerçek yokluğuna inanmaktadırlar. Bunun nedenini kimse bilmemektedir.⁵²



44. Güneş sistemindeki bazı yamuk küçük ayların aile portresi. Kütle çekimleri o kadar zayıftır ki, bu nedenle sıkışıp küresel bir şekil almamışlardır. (a) Mars'ın en dıştaki ayı Deimos. (b) Satürn'ün uydusu Hyperion'un üç farklı hâkim noktadan görünüşü. (c) Satürn'ün bazı küçük ayları. (d) Mars'ın en içteki ayı Phobos. Kuyruklu yıldız çekirdeği şekillerinin burada gösterilenlere benzediği tahmin edil-

52. Gerçi ilginç mi ilginç bir ihtimal vardır. Küçük kuyruklu yıldızların bu kıtlığı, tabii gerçekse, güneş sisteminin inşası sırasında yani, 4,6 milyar yıl öncesinde yaşananların bir yankılanması olabilir (Kısım 12).

mektedir. Fotoğraflar Viking ve Voyager uzay araçları tarafından tarihi araştırma görevleri sırasında elde edilmiştir. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

Ender uzun devirli kuyrukluyıldızların hatırı sayılır ölçüde büyük yani, bir ihtimal bir baştan bir başa yüz kilometre hatta daha büyük olduklarına dair dolaylı kanıtlar vardır. En ünlü örnek Büyük 1729 Kuyrukluyıldızıdır. Günberisi asteroit kuşağının dışında, neredeyse Jüpiter'in yörüngesindeyken çıplak gözle görülebilmektedir. Oysa ta Yer'in civarına gelebilseydi, ortalığı gece yarısı gazete okunabilecek kadar aydınlatırdı.

Bu kadar uzaktayken bu derecede parlaktıysa hem çok büyük hem de büyük miktarlarda egzotik gazlar çıkarıyor olmalıydı. Jüpiter'in civarı bayağı suyun kayda değer ölçüde buharlaşmayacağı kadar çok soğuktur. Daha önce gördüğümüz gibi, bir donmuş azot veya karbon monoksit veya metan aysbergi şiddetli bir buğulaşmaya Plüton'un yörüngesi yakınlarında veya ötesinde başlar. Bu tür maddelerden meydana gelen kuyrukluyıldızların tözlerinin çoğunu görülebilecek kadar Yer'e yaklaşımadan tüketmeleri gerekir. Amonyak veya karbon dioksitten meydana gelen kuyrukluyıldızlar Jüpiter'le Satürn'ün yörüngeleri arasında şiddetle buğulaşır [evapore olur]. Ama bu tür kuyrukluyıldızlar özellikle iri değillerse, gaz çıkarmaları ve fışkırtmaları Yer'den saptanamaz kalmaya devam edecektir.

Kohoutek Kuyrukluyıldızı Güneş'ten henüz çok uzaktayken bile son derece parlaktı. Bundan Aralık 1973'te Yer'in yanından geçerken ne kadar göz kamaştıracağına dair geniş çapta halka duyurulan sonuçlar çıkarılmıştı. Ne var ki tezahür göz alıcı olmaktan uzaktı. Kohoutek Kuyrukluyıldızı, Yer'in yörüngesindeki Skylab [uzay istasyonu] astronotları tarafından çok daha açık seçik görülmesine rağmen, yeryüzünden çıplak gözle de fark edilmişti. Anlaşılan, Kohoutek egzotik buzların buğulaşması nedeniyle Güneş'ten bu kadar uzaktayken bu derecede parlaktı. Ancak bu süreç kuyrukluyıldız Yer'in yakınlarına geldiğinde sona ermişti. Hale-Bopp içinse bu beklenmemektedir.

Kuyrukluyıldız çekirdeğinin [ekseni çevresinde] dönme süresini, saçla tecrit edildiği halde, fışkırıkların dönemsel ortaya



45. İkeya Kuyrukluyıldızının (1963 I) görüntü negatifi. Kuyrukluyıldızın daha uzaktaki yıldızların oluşturduğu arka plan önünde hafiften hareket etmesi nedeniyle, bu uzun pozda yıldızlar kısa, koyu çizgiler halinde görünmektedir. Kuyruğun şeffaflığına arkasında görülebilen yıldızlar delalet etmektedir. Yatay ölçek bir milyon kilometre uzunluğundadır. Fotoğraf: E. H. Geyer, Boyden Gözlemevi, Güney Afrika, 24 Şubat 1963, K. Jockers'ın müsaadesiyle.

çıkışından hareketle hesaplamak mümkün olmuştur. Düzinelerce kuyrukluyıldızın dönüş hızı bu veya diğer yöntemlerle ölçülmüştür. Tipik bir kuyrukluyıldız [ekseni çevresindeki] dönüşünü her 15 saatte bir tamamlar ki, bu Yer'deki bir günün süresinden çok farklı değildir. Gökteki dönme ekseninin yönü sanki tamamen tesadüfidir: Örneğin, kuyrukluyıldızların dönme eksenleri çoğunlukla Kutup Yıldızı'na yönelik değildir. Bazı kuyrukluyıldızlar için dönme hızını belirlemekte aşağı yukarı bir yüzyıl kadar geriye uzanan gözlemler kullanılabilir. Örneğin, Encke Kuyrukluyıldızı dönme süresini 140 yıldır pek değiştirmemiştir. Gerçi dolanma süresi buzdaki roket etkisi yüzünden dengesizdir (bkz. Kısım 6).

Tipik bir kuyrukluyıldızın çok küçük olmasından ötürü, kütle çekimi kuvveti çok zayıftır. Kuyrukluyıldız çekirdeğinin yüzeyinde durabilseydiniz, Yer'deki bir Lima fasulyesi [*Phaseolus lunatus*] tanesi kadar çekerdiniz. Kısım 1'de hayal ettiğimiz gibi, göğe doğru rahatlıkla onlarca kilometre sıçrayabilir, bir kartopunu kolaylıkla kurtulma hızına ulaşacak şekilde fırlatabilirdiniz. Yer ve diğer gezegenler neredeyse kusursuz birer küre niteliği kazanma eğilimi gösterirler çünkü Newton'un gözler önüne serdiği gibi, kütle çekimi bir merkezgel kuvvettir yani, her şeyi aynı ölçüde, kendisini de yerçekimi kuvveti sayesinde

bir arada tutan, dünyanın merkezine doğru çeker. Yer'in küresel yüzeyinden yukarı doğru çıkan dağlar onu kusursuz bir küreyi temsil etmekten uzaklaştırmaz; bunlar Yer'i yansıtan tipik bir küre yüzeyindeki boya veya emaye tabakasınınkinden daha fazla bir sapmaya yol açmaz. Everest Dağı'nın tepesine irice bir dağ yerleştirebilseydiniz, oraya kurulup benzersiz heybetiyle stratosfere doğru uzanmazdı. Eklediğiniz ilave ağırlık Everest'in tabanını ezer ve yeni bileşik dağ Everest'in bugünkü büyüklüğüne büzülünceye kadar çökerdi. Yer'in kütle çekimi gezegenimizin kusursuz bir küreden sapma iznini ciddi ölçüde sınırlar.

Oysa kuyrukluyıldızda kütle çekimi o kadar azdır ki, garip, yamru yumru, patates benzeri şekiller ezilip bir kürenin parçası haline getirilmezler. Mars, Jüpiter Satürn, Uranüs ve Neptün'ün küçük aylarının yanı sıra küçük asteroitlerin böylesi şekilleri olduğu çoktandır bilinmektedir. (Bkz. sayfa 163.) tipik bir kuyrukluyıldız üstünde uzaya doğru bir milyon kilometre uzunluğunda bir kule inşa edebilirsiniz ve bu yapı kuyrukluyıldızın kütle çekimi yüzünden ezilmez. Gerçi kuyrukluyıldızın dönmesiyle kesinlikle uzaya savrulacaktır. Küçük aylar da kuyrukluyıldız çekirdekleri de yamuk yumuk kalırlar çünkü kütle çekimleri azdır. Ancak yamuk yumuk bir şekil almaları kısmen başka nedenlerden ötürüdür. Buna ayların başka cisimlerle çarpışma geçmişleri, kuyrukluyıldızlarınsa düzensiz bir şekilde eklenip büyümeleri veya yüzey buzlarının düzensiz bir şekilde buharlaşması yol açmıştır.

Bir kuyrukluyıldız çekirdeğindeki basınç ne kadardır? Bir kilometre yarıçaplısını alın mesela. Herkes yeryüzünün bir kilometre altına üstteki kayaların ağırlığının yaptığı basıncın epeyce fazla olduğu kanısındadır. Kömür ocağı iksalarının çöktüğünü ve madencilerin ezildiğini biliriz. Ama kütle çekimi [yerçekiminin] otuz binde biriye, üstteki kayalar da otuz binde biri kadar çeker. Başka bir deyişle, böyle bir kuyrukluyıldızın merkezindeki basınç Yer'deki karşılaştırılabilir derinliğin 1/30.000'deki kadardır. Ne var ki bir kilometrenin 1/30.000'i 3 santimetre yani, yaklaşık bir inçtir. Dolayısıyla bir kuyrukluyıldızın merkezindeki basınç kabaca bir kuştüyü yorgan hatta ancak ince bir battaniye altındakiyle aynıdır. Kırılğan yapılar bile bir kuyrukluyıldızın çekirdeğindeki [basınca] dayanır.

Farz edelim ki bazı kuyruklu yıldızların bir iç yapısı mevcuttur: Söz gelişi, taşsı bir iç çekirdek hatta bir yeraltı gölü. Nereden bilebiliriz? Bir kuyruklu yıldız Güneş'e çok yaklaşıp yarıldığında, içi aniden açığa vurulur. O durumda buğulaştığı gözlenen farklı bir buz türü var mıdır? Parçalanmış kuyruklu yıldızların tayfında daha önce keşfedilmemiş moleküller görür müyüz? Toz parçacıklarına kıyasla farklı bir gaz oranı? Bütün bu soruların cevabı adeta hayırdır. En azından bu kuyruklu yıldızların içleri dışlarıyla aynı şeyden meydana gelmiş gibi gözükmektedir. Gerçi uçucu olmayan çekirdekleri yok saymak zordur. Sadece bir avuç kuyruklu yıldızın yarılrken incelendiği doğrudur. Ayrıca geçen yüzyıl Güneş'e sokulmayan ve dolayısıyla asla bu zor koşullara maruz kalmayan, içleri dışlarından çok farklı epey değişik bir kuyruklu yıldız nüfusu bulunduğunu aklımızın ucundan geçirmek de mümkündür. Belki içi dışı bir örnek olmaktan çok uzak, epey kalabalık bir daha iri kuyruklu yıldız nüfusu vardır. Açıkçası, bunlardan herhangi birine henüz rastlamadık.

Uzaydan bakıldığında, Yer'in atmosferi ufuk çizgisini saran, yerçekiminin sıkıştırdığı, ince bir mavi şeritten ibarettir. Tersine, bir kuyruklu yıldızda acınacak haldeki düşük kütle çekimi, atmosferin bir baştan bir başa on binlerce kilometrelik saçlar meydana getirecek şekilde, çekirdeğin boyutlarını çok aşan mesafelere uzanmasına el verir. Doğrusu, kuyruklu yıldız atmosferinin büyük bir bölümü çekirdeğe bağlı bile değildir; çarpıcı fışkırık kaynaklarında hızlar saniyede bir kilometreye yaklaşır ki, bu kurtulma hızının çok çok üstündedir. Bir kuyruklu yıldız çekirdeğinin yüzeyindeki atmosfer yeryüzünden 75 kilometre yukarısındaki karanlık gökyüzündeki kadar incedir.

Kuyruklu yıldız çekirdeğinin çevresindeki gazlar Jüpiter veya Yer'deki gibi kalıcı bir atmosfer meydana getirmez. Aksine, bu gazlar buğulaşmış buzlardan oluşumla yıldızlararası uzaya kaçış arasındaki geçiş sürecindedir. Kütle çekimi düpedüz en ağır gazları bile kuyruklu yıldızda tutamayacak kadar zayıftır. Kuyruklu yıldızdaki koşullar Yer'deki duruma benzemez. Yer'de kış karlarının buharlaşması veya bir yanardağ veya bir tütenden gaz salınması genelde nispeten masif yersel atmosferin topyekûn bileşiminde veya basıncında kayda değmez bir değişikliğe yol açar. Tersine, kuyruklu yıldızda ince kuyruklu yıldız atmosferinin

çekirdekten çıkan gazlardaki değişikliğe hassasiyeti zamanla saç ve kuyruklarda şaşırtıcı değişiklikler üretmelidir. Gözlenen de tamı tamına budur.

Saç çoğunlukla kuyruklu yıldız çekirdeğinden güneşe dönük yarıküresinden ortaya çıkan asimetric bir örtüdür. Bazen açık seçik bir sınırı vardır ve üst üste dizili kabuklar düzenli bir şekilde birbirini izleyen gaz salma hadiseleri sırasında fışkırtılır. William Huggins, saçı “çekirdeğin çevresindeki ışıldayan bir sis” diye tanımlamıştır. İç güneş sisteminde ayrıca güneş ışığının su buharını ayırıştırmasından kaynaklanan, her kuyruklu yıldızı saran ve güçlü bir şekilde morötesi [dalga boyunda] ışık saçan, genişlemiş bir atomik [atomsal] hidrojen ve OH halesi vardır; genelde hale Güneş’ten büyüktür. 1970’lerin başlarında bir yörüngeye oturtulan [uzay] teleskoplarının ortaya çıkışına kadar, hiç kimse [Güneş’in] hidrojen tacını görmemişti. Bir kuyruklu yıldızın –kuyruk dışında, çekirdek ve saçtan mürekkep– başı görünür ışıktaki Güneş’ten daha büyük olabilir; Büyük 1811 Kuyruklu yıldızı bunun örneğidir. Kuyruklu yıldız Yer’in yörüngeğine yaklaşırken, kuyruklu yıldız daha aktif duruma gelir ama saçın boyutları küçülür.

Yeni ve uzun devirli kuyruklu yıldızlar kısa devirli benzerlerine göre daha parlak ve daha büyük olma eğilimi gösterir çünkü bunlar dış güneş sisteminden henüz gelmiş ve daha Güneş’in ısısına maruz kalmamış uçucu buzlarla doludur. Bunlar birbirini izleyen günberi geçişlerinde buharlaşan buzun çoğunu kaybettikten sonra küçülür ve daha az etkin durumda bulunur.

Çekirdekten boşanan gaz gezegenler arası boşluğa doğru esen ve kuyruklu yıldız tozu kaldıran bir tür rüzgâr gibidir. Bazı kuyruklu yıldızlar çok tozlu, bazılarıysa nispeten temizdir. Yıllanan bir kuyruklu yıldız çekirdeğinde bile hâlâ mevzii gaz fışkırmalarıyla ince toz kaynakları mevcuttur. Öngörülemez ama kuyruklu yıldız Güneşe yaklaştıkça hem fışkırmaların hem de kütle çekimi dışı kuvvetlerin artma eğilimi vardır ki, bu durum buzların buharlaşması ve roket etkisiyle tutarlıdır.

Tozlu kuyruklu yıldızların gezegenler arası uzaya her saniye tonlarca ince parçacık yağdırdıkları gözlenmiştir. Ayrıca çoğu kuyruklu yıldızda su kaybı katı cisim kaybından birkaç kat daha fazladır. Fışkırmalarla birlikte uzaya ufacık münferit toz parça-

cıklarının yanı sıra kırılğan kümeler de sürüklenebilir. Radarla bir kuyruklu yıldız çekirdeğini çevreleyen en azından birkaç santimetre çapında parçacıklardan meydana gelen bir bulut keşfedilmiştir. Muhtemelen, bir kuyruklu yıldız çekirdeğinin yüzeyi yakınlarındaki görelî toz ve buz miktarı kuyruklu yıldızdan kuyruklu yıldıza değişmektedir.

Güneş'in çevresini daima Jüpiter'in yörüngesinin ötesinde dolanan, Schwassmann-Wachmann I Kuyruklu Yıldızı bilinen yüzden fazla, ortalama yılda iki defa, fıskırma meydana getirmiştir. Sanki birçok kuyruklu yıldız yaptığı art arda günberi geçişlerinde, bir dizi günberi geçişinin her birinde yaklaşık bir metre [kalınlığında bir buz tabakasını] kaybetmekte, sonrasında da defteri kapatmaktadır. Muhtemelen bu, buzlarla birlikte uzaya fıskırmayan, taşı refrakter şeylerin artık başat hale gelmesinden ötürüdür. Bunlar güneş ışığının soğuk içeriye nüfuz etmesini engellediği gibi, gömük buzları, ısınmalar bile, yüzeyin yolunu tutmaktan alıkoymaktadır. Birbirini izleyen buharlaşmadan sonra, bazı kuyruklu yıldızların hâlâ donuk derin bir buz katmanının uçucu olmayan taşı maddeyle kaplanmış yüzeyi, bir buzul üstünde kalan çöl kaldırımını⁵³ andırabilir. Saç ve kuyruktaki madde kuyruklu yıldız tarafından bir daha ele geçirilemediğinden, gittikçe ufalır, katmanlar art arda sıyrılıp uzaya karışır. Öyle ya da böyle, gördüğümüz her kuyruklu yıldız sıfırı tüketmektedir.

Bir kuyruklu yıldız belirdeğinde kendimizi kadersiz addederiz, oysa bahtı kapanan kuyruklu yıldızdır.

—BERNARD DE FONTENELLE, *ENTRETIENS SUR LA PLURALITÉ DES MONDES* [MESKÛN DÜNYALARIN ÇOKLUĞU, 1945], PARIS, 1686

53. Kurak bölgelerde, kırılmış ince çakıl, çakıl veya kocataş parçalarının birbirine kenetlenmesiyle meydana gelen bir tür çakıl kayaç.

8. kısım

zehirli gaz ve organik madde

*Kuyruklyıldızın yalazlanarak yol aldığını hiç görmedin mi?
Işıldayan yabancı geçerken, korku saçar
Ucu bucağı görünmeyen alevli kuyruğundan,
Ona gözlerini diken milletlerin üzerine;
Dolanır geniş yörüngesinde
Baştan başa eterin derinliklerinde; yanaşır sayısız dünyaya
Güneşin gururlandığından fazla; geniş bir tur atar
Sema'nın enginliklerinde; tekrar uğrar yeryüzüne,
Binlerce yıl süren uzun yolculuğundan sonra...*

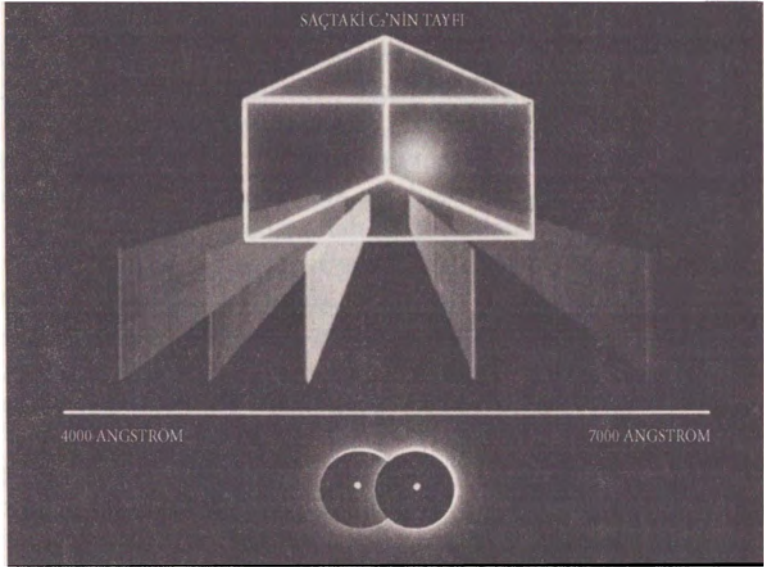
—EDWARD YOUNG, NIGHT THOUGHTS ["GECE VAKTİ DÜŞÜNCELERİ"],
1741

[Laputalıların] Sürekli içlerini huzursuz eden endişeleri de gök cisimlerine bağlıydı... Günün birinde, dünyanın az daha bir kuyruklu yıldızla çarpışacağı, ucuz kurtulduğu telaşına kapıldılar, sonra da büyük bir olasılıkla otuz yıl sonra yeniden geçecek bir kuyruklu yıldızın dünyayı yakacağı kararına varıp, bunun için üzölmeye başladılar.

—JONATHAN SWIFT, GULLIVER'S TRAVELS [GULLIVER'İN GEZİLERİ, 1991],
1741

William Huggins dünya âlemi korkutmuştu. Bunu hiç de bile bile yapmamıştı. Kimse bunu öngöremezdi. Her ne hikmetse, astronomi olan kendi işine gücüne yani astronomiye bakıyordu. Ama 1910'da Huggins yüzünden Japonya ve Rusya'da haftalarca süren ikisinde de ülke çapında bir türlü yatışmayan bir panik yaşanmıştı; yüz binlerce insan gecelikleriyle İstanbul'un damlarına doluşmuştu; Chicago'daki apartman sakinleri telaşla kapılarının

altına bez parçaları tikiştirmişlardı; dahası Papa X. Pius Roma'da oksijen tüpü istiflenmesini resmen yasaklamıştı. Lexington, Kentucky kaynaklı –dünyanın her yerindekileri temsil eden– bir haberde, “bu akşam telaşlı insanlar gece boyu sürececek ayın için toplanıyor, kendilerini hazırlamak... ve kaderlerine boyun eğmek üzere dua edip şarkı söylüyorlar” diye bildirilmişti. Eli kulağındaki yıkımın korkusuyla, birçok ülkede az sayıda insan intihar etmişti. Ne var ki, bütün bunlar asıl hikâyeyi gölgede bırakıyor.



46. Kuyruklyıldızdan yayılan ışık bir teleskopa girer ve bir prizmadan (arkada) geçer. Bu süreçte ışığın bileşen frekansları ayrılır ve görünür ışığın bir gökkuşağı tayfı ortaya dökülür. Burada şematik olarak gösterilen –her biri ışığın farklı bir frekansını veya rengini temsilen– beş renk –aşağıda simgelenen iki karbon atomundan müteşekkil– C_2 'nin belirgin beş salma bandına [dalga boyları grubuna] karşılık gelir. Kuyruklyıldız tayfları ayrıca diğer moleküllerin salma bantlarının yanı sıra yansıttıkları güneş ışığının karakteristik soğurulma özelliklerini de gösterir. Diyagram: Jon Lomberg/BPS.

Huggins ilk astronomik spektroskopi [tayf ölçümü] uzmanlarından yani, ışığı onu oluşturan renk veya frekans bileşenlerine ayrıştırarak uzaktaki bir cismin hareketi ve bileşimine dair so-

nuçlar çıkaran bilim insanlarından biriydi. Spektroskopi Isaac Newton'un bir başka büyük başarısına dayanır. Newton, bir güneş ışığı demetini bir yarıktan ve bir cam prizmadan geçirip karartılmış bir odaya alarak, sıradan beyaz ışığın aslında birçok renkte ışığın karışımından meydana geldiğini göstermişti. Işığın farklı renkleri prizmadan geçerken farklı açılarda kırılıyordu, böylece prizmanın öteki tarafındaki bir yüzey üzerine yayılabiliyor veya dağıtılabiliyordu. Yüzey başlangıçta beyaz bir mukavva parçası gibi bir şeydi. Çok sonraları fotoğrafik duyarkat halini almıştı. Prizma üzerine kurularak geliştirilen makineye spektrometre, üretilen gökkuşağı örüntüsüne de tayf adı verilmişti.

Daha geniş dağılıma sahip bir spektrometre kullanıldığında, gün ışığının gökkuşağı süreminin [kontinuum] yanı sıra, eksik frekansları temsil eden bir dizi düzensiz aralıklı karanlık çizgiden meydana geldiği bulunmuştu. Çok geçmeden bu çizgilerin Güneş'in daha sıcak, daha derin katmanlarından gelen ışığın Güneş'i çevreleyen daha soğuk, daha yüksekteki gaz atmosferi tarafından soğurulmasıyla ortaya çıktığı belirlenmişti. Her kimyasal element farklı bir frekans kümesini soğurup farklı bir karanlık çizgi kümesi üretir. Bir laboratuvar da bir kimyasal elementler (ve basit moleküller) karışımının tayfı elde edildiğinde, bütün bileşen atomların karanlık çizgileri görülebilmisti. Kısa bir süre sonra, Yer'de sıkça rastlanan maddelerin soğurma tayflarıyla [absorpsiyon spektrumu] ilgili laboratuvar deneyleriyle kıyaslayarak, güneş ışığındaki bazı tayf çizgilerini ayırt etmek mümkün olmuştu.

Her kimyasal element tayfa kendi benzersiz damgasını vurur [spektral imza]. Bu tür damgaların bir kataloğunu derleyip ardından Güneş'in tayfında [söz konusu elementin] bileşen atomlarının izlerini teşhis edebilirsiniz. Bilim insanları kendilerini, beklemedikleri bir şekilde, Güneş'in ve yıldızların terkiibini tartar halde bulmuşlardı. Spektroskopi dönemin bilimini kökünden değiştirmişti, daha da önemlisi astronomiyi.

Huggins gelişimini anca tamamlayan spektroskopi teknolojisinin mirasçısıydı. Spektrometresini büyük teleskopların odağına yerleştirip bakabileceği her şeye bakmıştı. Yıldızların Yer ve Güneş'le aynı kimyasal elementlerden meydana geldiğini gösteren ilk oydu. Edmond Halley'nin belirli yıldızlararası bulutsuların

akkorlaşmış uçsuz bucaksız gaz bulutları olduğu tahminini ispatlayan da oydu. Winnecke Kuyruklu yıldızı 1868'de Yer'in yakınından geçtiğinde, saçının tayfını incelemek Huggins için olağan bir işti. [Giovanni Battista] Donati'nin 1864'te bir başka kuyruklu yıldızla ilgili bulgusunu yani, kuyruklu yıldız tayfının mavi tarafında üç *parlak* bandın yer aldığını doğrulamıştı. Huggins kuyruklu yıldızların tayflarında iki bileşen bulunduğunu da keşfetmişti. Bunlardan biri tamamen yansıyan güneş ışığı diye doğru bir şekilde akıl yürüttüğü, oraya buraya serpilmiş karanlık soğurma çizgilerin de barındıran bir renksüremini, dıgıriyse Donati'nin görmüş olduğu üç parlak banttı. Karanlık çizgi bir atom veya molekülün ışığı soğurduğu anlamına geliyorsa, o zaman parlak bir çizgi veya bunların bir kümesi bir şeyin ışık saldığı anlamına geliyordu. Ama ne?

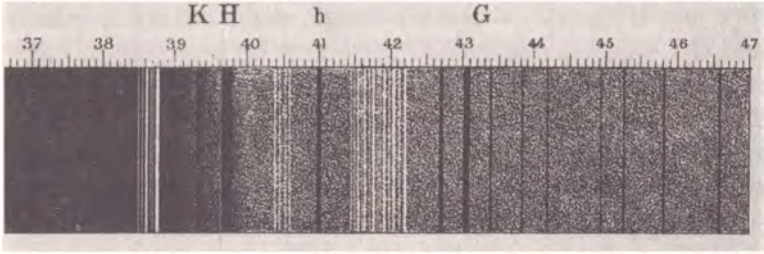
Bu soruyu cevaplamanın tek yolu her nevi maddenin salma tayfına [emisyon spektrumuna] laboratuvarıda bakmaktır. Huggins 1868'de hayret uyandırıcı bir şeyi ortaya çıkarmıştı. Ev fırınlarında kullandığımız doğal gaz benzeri etileni (C_2H_4) ateşleyip spektrometrede incelemiş ve [bu tayfta] kuyruklu yıldızlardan salınanlarda saptanan aynı üç parlak bandı bulmuştu. Şu sonuca varmıştı:

Artık kullandığımız gazla kuyruklu yıldız özünün niteliğinin birliğı konusunda herhangi bir şüpheye mahal yoktur; nitekim o karbon bir şekilde veya bir bileşim halinde kuyruklu yıldız maddesinde mevcuttu.

Günümüzde bu üç parlak bandın, birbirine bağlanan iki karbon atomunun yani, bir C_2 molekülü kırıntısı tarafından üretildiğı anlaşılmıştır. C_2H_4 'ten bir kıvılcım geçirilip molekül parçalandığında ortaya çıkmaktadır.

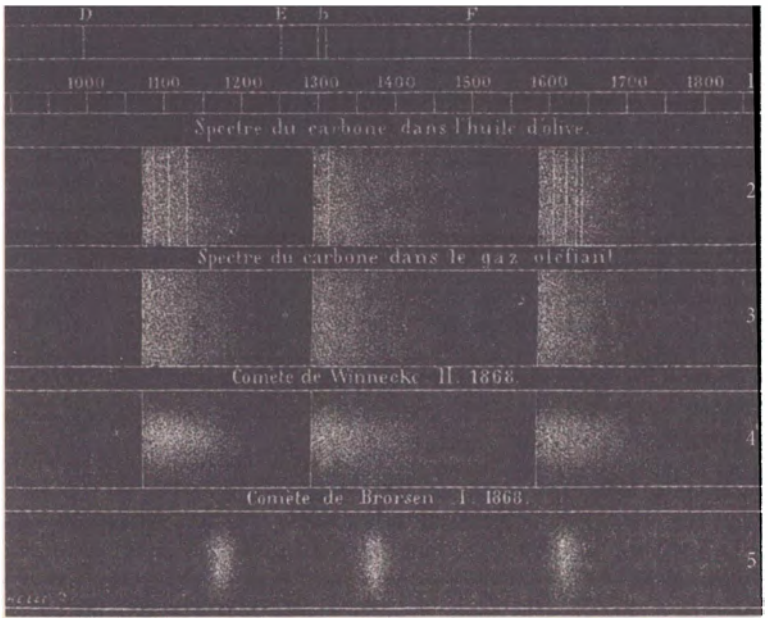
Huggins, Büyük 1881 Kuyruklu yıldızı belirlediğinde, tekrar bir tayf elde etmişti Bugün bu tayfta sadece C_2 değil –fotoğrafı çekilen ilk kuyruklu yıldız tayfının zengin semeresiyle– C_3 , CH ve CN'nin varlığını da fark edebiliyoruz. (Aslında bizzat Huggins de C_2 ve CN'yi belirlemiş, CH'nin en basit molekül kırıntısı örneğı olduğu hidrokarbonlar için de çekişmişti.) Artık biliyoruz ki, saçında C_2 , C_3 ve CN'nin tayf özelliklerini barındırmayan bir kuyruklu yıldız rastlamak zordur. Huggins kuyruklu yıldızlarda-

ki maddenin Yer'deki biyolojik kökeni sorgulanmayan organik maddeyle benzerliği olgusundan çok etkilenmişti. Birçok bilim insanı, Huggins tarafından kuyrukluyıldız saçlarında keşfedilen karbon bileşiklerinin ihtiyatlı bir şekilde, çağdaşlarından birinin yazdığı gibi "organik cisimlerin parçalanması sonucu" olduğu kanısına varmıştı. Can alıcı soruysa nadiren açık açık dile getirilmişti: Söz konusu "organik cisimler" biyolojik miydi?



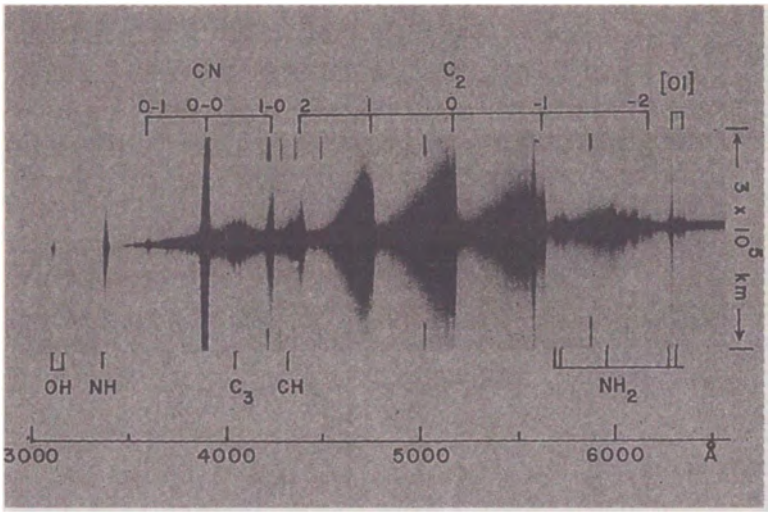
47. William Huggins'in elde ettiği, kuyrukluyıldızdan salınan [ışığı] temsil eden üç parlak çizgi kümesiyle üst üste bindirilmiş (K, H, h, G, vs harfleriyle belirtilen) karanlık güneş ışığı soğurma çizgilerini gösteren bir kuyrukluyıldız tayfi. *Proceedings of The Royal Institution, Cilt 10'dan.*

Huggins ve haleflerinin buluşları – Yer, Halley Kuyrukluyıldızının kuyruğuna sürtünmeye yüz tuttuğu 1910'a kadar– neredeyse kimsede ilgi uyandırmamıştı. O zamana kadar, birçok kuyrukluyıldızın saçıyla kuyruğunda söz konusu molekül kırıntısı CN yani, bir azot atomuna bağlı bir karbon atomu, saptanmış ve bunun Halley Kuyrukluyıldızında da bulunduğu doğrulanmıştı. Ona siyanojen [kiyanus] adı verilmişti. Ama bir tuzda kimyasal olarak birleşik halde bulunduğu başka bir adı vardı: Siyanür. Diline değen çok az miktarda potasyum siyanürün yetişkin bir insanı öldürmeye yetmesinden ötürü, Yer'in bir siyanür bulutunun içinden geçmesi fikri belirli bir endişe yaratmıştı. İnsanlar zihinlerinde tıkanacaklarını, nefeslerinin kesilip öleceklerini, hatta zehirli gazla milyonların asfeksi sonucu boğulacağını canlandırmışlardı.



48. On dokuzuncu yüzyılda zeytinyağı (2), etilen (3) ve bir çift kuyrukluyıldızdan (4, 5) elde edilen [ışık] salma bantları tayfları. Sanki Winnecke II Kuyrukluyıldızının Brorsen I Kuyrukluyıldızından çok zeytinyağıyla ortak noktası vardır. Aslında karşılaştırmanın gösterdiği topu topu zeytinyağı, etilen ve kuyrukluyıldız çekirdeğinin ısıtıldıklarında veya ısınım etkisi altında bırakıldıklarında C_2 gibi molekülleri saldıklarından ibarettir. Diyagramlar Camille Flammarion'un *Astronomie populaire* (Paris, 1880) adlı eserindendir.

Halley Kuyrukluyıldızının kuyruğundaki zehirli gazla ilgili küresel velvele, ne yazık ki, ilerisini gerisini düşünmeyen bir avuç astronom tarafından körüklenmişti. Yaygın bir şekilde astronomiyi halka sevdirmesiyle tanınan Camille Flammarion, “siyanojen gazı {Yer’in} atmosferini doyuracak ve muhtemelen gezegendeki bütün hayatın dibine darı ekecektir” gibi bir ihtimali gündeme getirmişti. Onun önüne düşen Gambart ve Laplace’ın aşağı yukarı benzer açıklamalarının yanı sıra, kuyrukluyıldızlarla ilgili tarihöncesine dayanan geleneksel korku dikkate alındığında, Flammarion’un ki gibi demeçlerin dünya çapında bir kuyrukluyıldız cinneti yaratmaya katkıda bulunması hiç de şaşırtıcı değildir.



49. Modern bir kuyruklu yıldız tayfı. Kobayashi-Berger-Milon Kuyruklu Yıldızı C₂ ve CN nedeniyle göze çarpan tayf özellikleri göstermektedir; diğer molekül kırınmalarının spektral imzaları da açığa vurulmuştur. Altta görünür ışık tayfının bir başından bir başına uzanan dalga boylarının ölçeği bulunmaktadır. Gözlemler İsrail'in, Mitzpe Ramon kasabasındaki Wise Gözlemevi'nde yapılmıştır. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

Aslında Yer'in Halley Kuyruklu Yıldızının kuyruğundan geçip geçmeyeceği bile belli değildi. Zaten kuyruklu yıldızların kuyrukları fevkalade incedir, boşluktaki bir tutam dumandır. Siyanojene gelince, o da kuyruklu yıldız kuyruklarındaki küçük bir bileşendir. Yer 1910'da kuyruktan geçmiş ve kuyruktaki moleküller yeryüzüne kadar adamakıllı karışmış *olsaydı* bile, her bir trilyon hava molekülünün içinde ancak tek bir siyanojen molekülü bulunurdu. Yani, endüstriyel [duman] ve motorlu taşıt egzozlarının şehirlerden çok uzaklarda dahi meydana getirdikleri kirlilikten hayli az (ve bir nükleer savaşta yanan şehirlerde ortaya çıkacaktan çok daha az) miktarda. Ayrıca, Yer yarım yüzyıl önce 1861 Kuyruklu Yıldızının iyice kuyruğunun içine girmiş ve bunun görünür bir zararı dokunmamıştı.

Bütün bunlar veya buna benzerleri küresel astronomi camiası tarafından açıklığa kavuşturulmuştu ama -1979'da Skylab uydusunun yoldan geçen masum insanların tepesine düşeceğine dair

dünya çapında duyulan endişedeki gibi- bu güvenceler pek az etki etmişti. Dünya nüfusunun bu kadar duyarlı oluşu da nereden çıkmıştı? Devir kesinlikle bir filizlenen endüstriyel kirlilik ve onu izleyen solunum [sistemi] hastalıkları devriydi. Bununla birlikte ve görünüşe göre, korkunun yukarıda kuyruklu yıldızdaki zehirli gazdan çok aşağıdaki ulusal silah depolarıyla ilgisinin bulunma ihtimali de mevcuttu. H. G. Wells'in *Dünyaların Savaşı* [*The War of the Worlds*, 1898] adlı eserinde Yer'i istila eden Marslıların kimyasal silahları vardı. Bu dönemin gelecekteki bir savaşı tasvir eden, müthiş zehirli gaz saldırılarının inandırıcı bir şekilde işlendiği pek çok romanından biriydi.

Gene de sadece bilim kurgu yazarlarının çıkardıkları icatlardan ibaret olmayan bu eserler, insanı dehşete düşüren bir gerçeği yansıtıyordu. Hiç değilse Halley Kuyruklu Yıldızının 1910'daki tezahüründen birkaç yıl öncesine kadar Avrupalı askeri kuruluşlar, var güçleriyle yeni kimyasal savaş yaklaşımlarının peşinde koşuyorlardı. 1899'daki Lahey konferansında bazı kimyasal silahlarının yasaklanması önerilerinde bulunulmuş ama bunlara Amerikan Dışişleri Bakanı John Hay tarafından başarılı bir şekilde karşı koyulmuştu. Asfeksiye yol açan gazların top mermilerinde kullanılmasını meneden bir karar benimsenmişti ancak bunu Birleşik Devletler imzalamamıştı. Kuyruklu yıldızdan dört yıl sonra, Birinci Dünya Savaşı baş gösterdiğinde, esasen Almanya, Fransa ve bir ölçüde Birleşik Devletler tarafından 120.000 ton zehirli gaz kullanılmış ve bir milyon iki yüz elli bin kayıp verilmişti. I. Dünya Savaşı'ndaki Amerikan kayıplarından yüzde yirmi beşinden fazlası zehirli gaz yüzündendi. Yararlanılan zehirlerin ancak küçük bir miktarı siyanürlü bileşiklerdi.

Ne var ki 1910'da kuyruklu yıldız geçmiş, kimsenin solunumu durmamış ve anlaşılan Yer bu deneyime rağmen zarar görmemişti. En hassas testler havada zerre kadar siyanojen artışı bulunmadığını ortaya çıkarmıştı. Her ne kadar bu durum siyanogeni keşfedenin yüreğine su serpmese de birçokları için gönül rahatlığı kaynağı olmuştu. Halley Kuyruklu Yıldızının Yer'e en yakın yaklaşma noktasına varmasına bir haftadan daha az bir süre kaldığında, Sir William Huggins yani, kendi işine gücüne bakarak milyonları korkutan adam seksen altı yaşında ölmüştü.

O zamandan beri, kuyruklu yıldızlarda organiklerin [organik bileşiklerin] yanı sıra donmuş su ve silikat minerallerin varlığına dair ilgi çekici kanıtlar ortaya çıkmıştır. Buna rağmen, bu basit moleküllerin ve molekül kırıntılarının çoğu kuyruklu yıldız çekirdeğinde bu halde bulunmazlar; aksine Güneş'ten gelen ışınlama kuyruklu yıldızdan kopan ve uzaya salınan kırık dökük moleküllerdir. Bunlar önceden daha büyük, ana molekül diye bilinen, özellikleri –tahminlere rağmen– hâlâ büyük ölçüde meçhul [yapıların] parçalarıydı. Kuyruklu yıldızlardaki organik maddelerle ilgili yakın geçmişte elde edilen bulgular aşağıda anlatılmaktadır.

Saçların sıradan görünür ışık tayfında C_2 'nin mavi [ışık] salımı ağır basma eğilimi göstermektedir. Bu alışılmadık bir moleküldür çünkü çarpışma sonucu parçalanır veya diğer moleküllerle birleşir. Bundan bir miktarı önünüzdeki havada bulunsaydı, uzun süre dayanmazdı. Ama bir kuyruklu yıldızın saçında veya kuyruğunda yoğunluklar o kadar azdır ki, C_2 ancak uzun bir zaman geçtikten sonra bir başka moleküle çarpışır. Gözünüzün önüne uzayda duran, Güneş'ten gelen ışınlama maruz kalan bir C_2 molekülü getirin. Bir mavi ışık fotonu ona vurur ve onu uyarık duru [uyarılmış hal] adı verilen [daha yüksek bir enerji düzeyine] çıkarır. Molekül bu ek enerjiden çarpışarak kurtulamaz çünkü hiç çarpışma yoktur. Kısa bir süre için, düpedüz saçta durur, küt küt atar, ta ki bir mavi foton çıkarıncaya kadar. Ancak fotonu rastgele bir doğrultuda çıkarır. C_2 molekülü Güneş'in konumunu hatırlamaz. Sonuçta, Güneş'ten gelen mavi frekanslı ışık saçın içine işler ve bir kısmı aksi takdirde uzayda kaybolacakken gerisineri yeniden Yer'e doğru saçılır. Bu sürece flüoresans denir.

Bu yüzden, kuyruklu yıldızdaki toz ve buzun güneş ışığını yansıtması veya saçmasından ötürü, kuyruklu yıldızda iki ışık kaynağı vardır: Newton tarafından ikisi de tahmin edilen, saçılan güneş ışığı veya flüoresans. Diğer moleküller çok daha az flüoresan olabilir veya ışığın yeryüzünden o kadar kolaylıkla saptanamayan başka dalga boylarında ışıır. Bundan dolayı C_2 gibi bazı moleküllerin kuyruklu yıldız tayfında bol bol görülmesi bunların ille de kuyruklu yıldızda çokça bulundukları anlamına gelmez. Ama bollukları ana moleküllerinin –karbon veya organik moleküllerin– saçın türediği kuyruklu yıldız çekirdeğinde

epey yaygın bulunduklarına delalet eder. Suyun (HOH veya H_2O) bölünmesiyle meydana gelen moleköl kırıntısı OH çok daha yaygındır.

Kuyruklu yıldızlar, 1970'lerin başında roketler ve sonrasında turlayan gözlemcileri yükseklerle, Yer'in atmosferinin üstüne çıkıncaya kadar, tayfın morötesi bölümünde gözlenmemiştir. Bu ilk gözlemler kuyruklu yıldızların kuyruklu yıldız çekirdeğinden başlayıp Güneş'ten öteye doğru milyonlarca kilometre uzanan bir hidrojen gazı zarfına sahip olduklarını göstermiştir. Hidrojene OH de eşlik etmektedir. Besbelli ikisi birlikte kuyruklu yıldız çekirdeğini meydana getiren suyun çözülümü sonucu ortaya çıkmaktadır. Kuyruklu yıldızlarda iyonlaşmış suyun yani, H_2O^+ 'in (negatif yüklü bir elektronunu kaybetmiş su molekölü) suyun kuyruklu yıldız çekirdeğinin ana bileşeni olduğuna dair kanıtlar zincirine yeni bir halka eklemektedir. Bu sonuçlar hem nitelik hem de nicelik bakımından Whipple'in kuyruklu yıldız çekirdeğiyle ilgili kirli buz modeline güçlü ek dayanak sağlamaktadır.

Turlayan gözlemcileri ve bu amaçla özellikle Yer'in atmosferinin üstüne fırlatılan roketlerle yapılan müteakip morötesi gözlemleri –aralarında S ve CS'nin de bulunduğu– birçok yeni moleköl ve moleköl kırıntısını gün ışığına çıkarmıştır. Bu sayede kuyruklu yıldızlarda ilk defa kükürt ve kimyasal ürünlerine [kimyasal tepkime sonucu oluşan türlerine] rastlanmıştır. CS'nin ana molekölü büyük ihtimalle CS_2 'dir. CS_2 'ye gelince, muhtemelen bu da kükürt içeren daha karmaşık organik moleküllerden türemektedir. Kuyruklu yıldız tayfları bizi genellikle kolaylıkla ayırt edebileceğimiz basit moleköl türlerinden geriye, tedricen daha karmaşık ve aralarında yıldızlararası taneler ve gazda rastlanabilecek türden karmaşık organik moleküllerin bulunduğu, daha belirsiz ana moleküllere doğru iz sürmeye davet eder. Kuyruklu yıldız metanı (CH_4), etanı (C_2H_6) ve metil alkolü [metanol] (CH_3OH) bu yolla keşfedilmiştir.

Kuyruklu yıldızların (örneğin, Kohoutek Kuyruklu Yıldızının) hem saçlarının hem de kuyruklarının kızılötesi tayfları, kayaların başlıca bileşenleri silikatlardan ötürü ayırıcı bir spektroskopik salım özelliği gösterir. Büyük Eylül Kuyruklu Yıldızının (1882 II) gözlemlerinden itibaren, Güneş'e çok yaklaşan kuyruklu yıldızlarda metallerin spektroskopik imzaları bulunmuştur. Başka

kuyruklu yıldızlarda asla gözlenmeyen krom, nikel ve bakır gibi atomlar saptanabilir. Bunun nedeni aşîkârdır: İlk defa Isaac Newton'un işaret ettiği gibi, yalayararak geçenler Güneş'e o kadar yaklaşırlar ki, demir bile kızgın hale gelir. Münferit mineral taneleri buharlaşıp kaynar ve metal atomlarından mürekkep bir gaz Yer'deki astronomların enikonu gözden geçirebileceği şekilde [ekirdeği] çevreleyen saçın içine doğru taşar. Metaller, kuyruklu yıldızların geldikleri soğuk ve karanlıkta, henüz tözleri güneş ışığı tarafından buharlaştırılmadan önce, muhtemelen kimyasal olarak silikatlara ve oksijene bağlıdırlar.

Güneş'e asla çok yaklaşılmaya kalkışmayan kuyruklu yıldızlarda bile, bileşenleri olan toz taneleri ve organik moleküller gün-beri geçişi sırasında –Güneş'ten çok uzaktaki sakin ve güvenli ortama kıyasla– kendilerini bir tür yüksek fırın içinde bulur. Yüksek enerjili güneş fotonları ve yüklü parçacıklar durmadan kuyruklu yıldız çekirdeklerini döver, onları paramparça eder, kırıntıları koparır, iyonlaştırır, ayrıştırır. Bu moleküllerin çoğu o kadar kırılgandır ki, Güneş'in morötesi ısınımına parçalanmadan ancak saatlerce veya daha az dayanabilir. Saçlarda ve kuyruklarda gözlenen moleküllerin ille de en bol bulunan moleküller olmayışının bir başka nedeni de budur: Karşılaştıklarımız en dirençli, onları döven ısınımdan en az etkilenen moleküller olma eğilimi gösterir.

Metan buzunun (CH_4) dış güneş sisteminde çokça bulunması beklendiğinden, ona CH_2 gibi kırıntıların ana molekülü gözüyle bakılması doğaldır. Ancak tesadüf eseri yeni bir metan buzu damarı kuyruklu yıldız çekirdeği tam iç güneş sistemine girerken açıkta kalmadıkça, CH_4 'ün böylesi yüksek sıcaklıklarda [varlığını sürdürmesi] ihtimal dışıdır; bu nedenle de metanı buz kristali kafesinin içine hapsolmuş bir klatrat addetmek çekicidir (6. Kısım). Gelgelelim, metan klatratın hiçbir miktarı, daha karmaşık organiklerden türemesi zorunlu C_2 ve C_3 gibi moleküllerin [varlığını] açıklamaz. Bunun için kuyruklu yıldızdaki CH benzeri en basit organik moleküller bile metandan değil ancak daha karmaşık organiklerden türeyebilir.

Tayfın görünür, morötesi ve kızılötesi bölümlerinde yapılan ölçümlerin yanı sıra, radyo frekanslarında yapılan spektroskopi de vardır. Bu spektroskopi prizma ve benzerini kullanmaz ancak

soğurma [absorpsiyon] ve salma [emisyon] çizgilerini mükemmel bir şekilde ayırt etmeye gücü yeter. Bilindiği kadarıyla, bir kuyruklu yıldızla ilgili ilk radyo astronomik gözlem girişimi, modern radyonun gelişimdeki dayanak noktası triyot elektron [vakum] tüpünün mucidi Lee De Forest tarafından, Halley Kuyruklu Yıldızının Yer'e en fazla yaklaştığı 18 Mayıs 1910 tarihinde gerçekleştirilmişti. Gözlemini, Seattle, Washington'daki bir binanın çatısından bir anten ve yeni alıcısıyla yapmış ve saptadığını düşündüğü çoğalan cızırtılı parazitin-muhtemelen yanlışlıkla- kuyruklu yıldızdan kaynaklandığını sanmıştı. Radyo gözlemevleri günümüzde kuyruklu yıldızlarda bolca OH yani, su moleküllerinin parçalanmasıyla ortaya çıkması beklenen kırıntılardan bulmuşlardır. Ayrıca kuyruklu yıldızlardaki, 1910'da milyonları dehşete düşüren siyanojenin ana molekülleri olabilecek, HCN (hidrojen siyanür) ve CH_3CN 'yle (asetonitril) ilgili birtakım kanıtlar da elde etmişlerdir.

Radyo spektroskopisi, 1970'lerde yıldızlararası uzayda çeşitli egzotik moleküllerin bulunmasıyla, şaşırtıcı yeni bir alan açmıştı. Örneğin, uzak bir radyo kaynağına -söz gelişi, Galaksinin merkezine- bakıyorsanız ve radyo kaynağıyla radyo spektrometre arasındaki yayınık gazın ürettiği bir dizi yeni tayf çizgileri keşfedersiniz. Yıldızlar arasındaki gaz çok incedir ama bütün molekülleri binlerce ışık yılı uzunluğundaki bir görüş çizgisi boyunca dizebilirsiniz, epeyi ender moleküller bile bulabilirsiniz. Halihazırda bilinen, çoğu organik, yıldızlararası moleküller zengin bir kimyasal yatağıdır -görünüşe bakılırsa, hem de en basit amino asitleri dahi içerir.

Organik terimi astronomları endişelendirir. Bir başka dünyadaki hayatın işareti diye yanlış anlaşılmasından kaygı duyarlar. Oysa "organik" sadece karbon temelli moleküllerle ilgilidir. Ve organik kimyasallar, evrenin hiçbir tarafında hayat olmasa dahi, üretilecekleri kadar yok edileceklerdi de. "Karbonlu" veya (bileşen atomlarından hareketle) "CHON" parçacıkları gibi dolaylamalar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ama bu eserde doğru kimyasal terimi, organik terimini kullanacağız. Organik kimya hiçbir bakımdan biyolojiyi gerekli kılmasa da bütün bunlara rağmen, evrenin bir yerinde karmaşık organik moleküller üretiliyorsa, bunun pekâlâ başka bir yerdeki hayat

meselesiyle veya burada Yer'deki hayatla bile bir parça ilgisi bulunabilir. Açıkçası hayatın kökeni, doğası gereği canlılar tarafından üretilmesi imkânsız, kesinlikle önceden varolan organik molekülleri icap ettirmiştir.

Kuyruklu yıldızların varlıklarını esasen gezegenlerden uzakta, yıldızlararası âlemde sürdürmeleri ve son kertede yıldızlararası tanelerden meydana gelmeleri nedeniyle, yıldızlararası şeylerden ortaya çıkmış olmaları mantıksız değildir. Kuyruklu yıldızların sırf yıldızlararası silikatlarla –donmuş H_2O , CH_4 , NH_3 , CO_2 ve benzeri– buzlardan teşekkül ettiklerini varsaysak ve molekül kırıntılarının güneş ışınımına [maruz kalınca] koştuklarını dikkate alsak dahi, hesaplar C_3 ve CN 'nin diğer moleküllere oranla daha az üretildiğini göstermektedir. Tek başına silikatlar ve buzlar William Huggins'in keşfettiği bütün organik kırıntıları açıklamaz. Bununla birlikte, kuyruklu yıldızların saç ve kuyruklarında saptanan moleküller, [ancak] kuyruklu yıldızların son kertede organikler bakımından zengin yıldızlararası maddeden türediklerinin varsayımı halinde anlaşılabilir.

Kuyruklu yıldız silikatları muhtemelen karmaşık organik bileşiklerle iyice karışmıştır, hatta belki de onlarla kaplıdır. Bilindiği kadarıyla, kuyruklu yıldızlardaki göreceli atom bolluğu yıldızlararası taneler ve gazla epey benzerdir. Kuyruklu yıldız tayflarında saptanan karbon yıldızlararası tanelerin tayfındakinden –gene göreceli bolluklar açısından– azdır. Bunun muhtemel bir açıklaması, kuyruklu yıldız çekirdeğinde büyük oranda uçucu olmayan veya erişilebilir spektral özellikler üretmeyen karmaşık organik molekül (veya sadece yalın karbon) bulunduğuudur. Bu yorum doğruysa, kuyruklu yıldızlar muhtemelen yüzde 10'la yüzde 25 kadar yüksek bir oranda organiklerden meydana geliyordur. Koyu renkli organiklerin küçük bir yüzdesi kuyruklu yıldız karlarını, gözlemlerle gereğince uyuşacak şekilde, karartmaya ve kırmızılaştırmaya yetecektir. Buna rağmen, kuyruklu yıldızlardaki organik madde ve karbonla ilgili en iyi kanıtlar, aşağıda ele aldığımız, kuyruklu yıldızın yanından geçen uzay araçları ve kuyruklu yıldız maddesinden toplanan küçük parçalardan elde edilmektedir.

Huggins ve haleflerinin spektroskopla yaptıkları çalışmalardan ortaya çıkan resim şudur: Bir kuyruklu yıldız içi mineral taneleri

ve karmaşık organik maddeyle dolu bir kartopudur. Organik moleküller kuyrukluyıldızın dört bir tarafına dağılmıştır. Gerçi yüzey katmanlarında yoğunlaşmış olabilirler. Organiklerin oranı en az yüzde bir ikidir. Belki de yüzde 10'la yüzde 25 kadar yüksek bir orandadır. Her halükârda karları çarpıcı bir şekilde karartmaya ve az çok kırmızılaştırmaya yetecek ölçüdedir. Kimyası yıldızlar arasındakiler hakkında bildiklerimize benzerdir ve eğer kuyrukluyıldız yıldızlararası maddeden meydana gelmediyse bunu anlamamız da güçtür. Bu nedenle ihtimal ki, kuyrukluyıldızlar yıldızlar arası boşluktan gelen, hem de erişme imkânımız bulunan herhangi bir başka cisimden daha fazlasıyla [bu nitelemeye uygun], özel elçilerdir.

9. kısım

kuyruklar

*Gök kubbenin karalı çevresinde dolaşır, gündüzün geceye döndüğü!
Kuyruklu yıldızlar, zamanın ve durumların değişimine delalet eden,
Savurun billur saç örgülerinizi semada...*

–WILLIAM SHAKESPEARE, HENRY VI. ["VI. HENRY"], BÖLÜM I, I, I

Kuyruklu yıldızların kuyrukları sanki Güneş'in yüzeylelerinden kaldırıp ışınlarının itici gücüyle sonsuz uzaklıklara sürdüğü en uçucu moleküllerden meydana gelmiştir... Moleküllerin farklı uçuculukları, büyüklükleri ve yoğunlukları çizdikleri eğrilerde kayda değer farklılıklara yol açıyor olmalıdır: Kuyruklu yıldızların kuyruklarında gözlenen büyük şekil, uzunluk ve genişlik çeşitliliği bu yüzdendir. Kuyruklu yıldızların kuyruklarındaki pusların temsil ettiği benzersiz görüngünün nedenini, bir bakıma, kuyruklu yıldızdaki dönme hareketinin sonucu olabilecek bu etkilerin diğerleriyle birleştiğini varsayarak kavrayabiliriz.

–LAPLACE MARKİSİ PIERRE-SIMON, EXPOSITION DU SYSTÈME DU MONDE [DÜNYA SİSTEMİNİN AÇIKLANMASI], 1799

Bu kısım hiçbir şey veya gündelik hayatımızdaki herhangi bir şeye uzaktan yakından benzemeyen bir şey hakkındadır. Bir santimetre küp bir kesme şekerin hacmidir. Burnunuzun dibindeki havadan bir santimetre küpünü seçip buna son derece yakından bakarsanız, [bu hacimde] her biri çok küçük, birbirine şiddetli bir şekilde toslayan otuz milyar kere milyar molekül bulunduğunu fark edersiniz. Oysa bir kuyruklu yıldızın kuyruğunun bir santimetre küpündeki atomları veya molekülleri saysanız, aşağı yukarı bin –hemen hemen hiç– sayısına varırdınız. Parlak bir kuyruklu yıldız kuyruğu tam bir boşluğa teknolojimizin Yer'de

üretebileceği en iyi laboratuvar boşluğundan daha yakındır. Ama bir kuyrukluyıldız kuyruğunun bir santimetre küpünde az sayıda molekül olsa bile, [kuyrukta] dağlar kadar santimetre küp vardır. Kimi zaman, bir dünyadan bir dünyaya uzanan bir kuyrukluyıldız kuyruğunun, Binbir Gece Masalları'ndaki bir cin gibi, bir pirinç lambaya tıktırılabilmesi söylenir. Newton, "erimi bir milyar mil uzunluğundaki gazımsı bir kuyrukluyıldız {yani sadece kuyruğu}" dünyadaki kadar yoğunlaştırılabilse, rahatlıkla iri bir yüksük içinde saklanabilir" diye yazmıştı. Newton'un zihninde canlandırdığı muazzam kuyruk, her bir santimetre küpünde bir molekül bulunsa bile, içine sığabileceği karşıdan karşıya üç kilometre genişliğindeki bir yüksük gerektirirdi.

Gerçekten de "iri".

Kuyruk neredeyse tamamen saydamdır: Parlak bir yıldızın önünden geçerken daima arkadaki yıldızı görürsünüz. Buna rağmen odadaki hava saydamken, hemen hemen boşluk kuyrukluyıldız kuyruğunun çıplak gözle görünür olması şaşırtıcıdır. Hava bir *şeydir*; [varlığını] sert bir rüzgârda kolaylıkla hissedimiz. Kuyrukluyıldız kuyruğuysa hiçbir şeye yakındır. Bir şey görünmezken, hiçbir şey nasıl açık açık görülebilir? Bu soruyu cevaplamaktaki en önemli nokta kuyrukluyıldızı karanlık bir gökyüzünün önünde gördüğümüzü unutmamaktır. Oysa gündüz gökyüzü aşağı yukarı eşit oranda aydınlanmıştır. Newton, bir kuyrukluyıldızın parlaklığını aklından çıkarmayıp bunu bir laboratuvar deneyinde gözlenen parlaklıkla kıyaslayarak, çok zor bir deney yapmıştı:

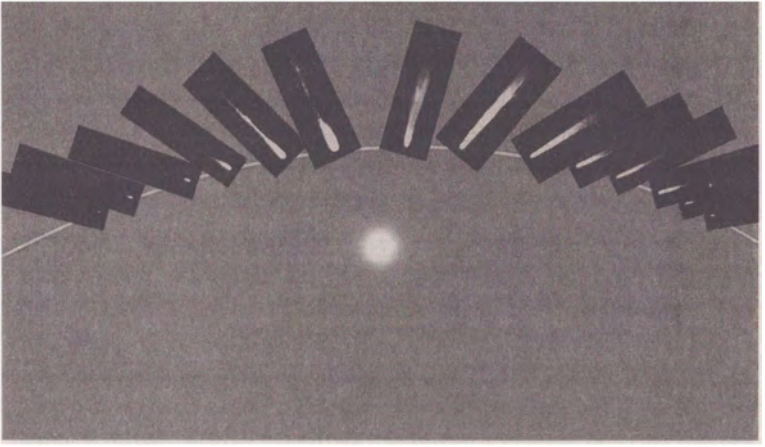
Çoğu kuyrukluyıldızın kuyruğunun parlaklığı normalde bir iki inç kalınlığındaki, karartılmış bir odada panjurdaki bir delikten içeri bırakılan, güneş ışını ışığını yansıtan havamızinkinden daha çok değişildir.

Birbirinden adamakıllı uzakta çok sayıdaki parçacık, üstünde yükselen atmosferin sıkıştırdığı aynı sayıdaki parçacık kadar ışığı yansıtır. Güneş ışığının aydınlattığı karanlık bir artalanın önündeki bir nebzecik hava, gece göğündeki bir kuyrukluyıldız kuyruğu kadar parlaktır. Öyle olsa bile, bir kuyrukluyıldızın kuyruğuna baktığımızda gördüğümüz nedir?

Açık bir gökyüzünün altında durduğunuzda tepenizde kolaylıkla görünür bir kuyrukluyıldız bulanacak kadar şanslıysanız, kuyrukluyıldızın kuyruğunun Güneş'e göre yönelimine dikkat edin. Şafak vaktinin hemen öncesindeyse, kuyruğun nasıl doğu ufuk çizgisindeki parıldamadan öteye doğru uzandığını fark edin. Gün batımından hemen sonraysa, kuyruğun nasıl artık neredeyse batı ufuk çizgisinin altındaki Güneş'in aksi yönünü gösterdiğini not edin. Dahası büyük bir gündüz kuyrukluyıldızına tanıklık edecek kadar şanslıysanız, o durumda kuyrukluyıldız kuyruğunun Güneş'in aksi yönüne doğru işaret ettiği gün gibi ortada olacaktır. Bu kuralın kayda değer bir istisnası yoktur. Gerçi kuyrukluyıldızdan Güneş'e doğru bir düz çizgiyle kuyrukluyıldız kuyruğunun arasındaki tam açı kuyrukluyıldızdan kuyrukluyıldıza fark eder ancak, bu düzenlilik Ay hilali [ayça] boynuzlarının daima Güneş'ten aksi tarafa baktığı gözlemi kadar değişmezdir.

Kuyrukluyıldız kuyrukları, kuyrukluyıldız ister Güneş'e yaklaşıyor isterse de uzaklaşıyor olsun Güneş'in aksi yönünü gösterir. Görünüşe bakılırsa, bu ilk defa Çinli astronomların Halley Kuyrukluyıldızının 837 yılındaki tezahürü sırasında vardı bir sonuçtur. Kuyrukluyıldız günberi geçişinden sonra güneş sisteminden uzağa doğru kuyruğu önde gider. Kuyrukluyıldızların kuyrukları rüzgârsız bir günde bir kadın bisikletçinin bayır aşağı inerken arkasından sarkan uzun saçlarından çok, rüzgârlı bir günde bir endüstriyel bacadan çıkan atık gazların geri üflenmesine benzer: Kuyrukların yönelimini belirleyen kuyrukluyıldızın içinde yol aldığı bir tür hareketine karşı koyan gaz değil, aksine Güneş'ten esen rüzgâr gibi bir şeydir.

Kuyrukluyıldızların iki tür kuyruğu vardır: Neredeyse tamamen Güneş'in aksi yönüne doğru işaret eden, uzun, düz, belli belirsiz mavi kuyrukluklar ve genellikle kısa, kavisli, belli belirsiz sarı kuyruklar. Doğaları anlaşılmadan önce sırasıyla onlara Tip I ve Tip II deniliyordu (bkz. Resim 51). Bu adlar hâlâ kullanılmaktadır. Tip II kuyruklar sarıdır çünkü güneş ışığını bize geri gönderirler; oysa Tip I kuyruklar kendilerine özgü bir mavi ışık salarlar. Gerçi görünür ışıktaki genellikle pek göze çarpmazlar. Bir kuyrukluyıldız belirli bir zamanda ikisinden birine veya hiçbirine veya ikisine birden sahip olabilir. Tip I



50. Halley KuyrukluYıldızının 1910 günberi geçişi yakınlarındayken çekilip gerçek konumları ve doğru yönelimlerine yerleştirilen fotoğrafları. Diyagram: Jon Lomberg/BPS.

kuyruklar sıkça düz ışın sütunlarından müteşekkil girift bir dans örüntüsü sergilerler. Her bir ışın Ay'ın çapından daha dar ama belki on milyon kilometre uzunluğundadır.

Tip I kuyruklar değişkendir –hem de sadece kuyrukluYıldızdan kuyrukluYıldıza değil, aynı kuyrukluYıldızda saatten saate, günden güne, haftadan haftaya değişirler. KuyrukluYıldızlar kertenkeleler gibidirler, [kopan] kuyrukları yeniden uzar. KuyrukluYıldızlar hızla kostüm değiştiren sanatçılardır. Örneğin, 1908'de –büyükçe kırıntıların kuyruk için çekirdeği terk ettiği, [koptuktan sonra da] kendi ikincil kuyruklarını saldıgı aktarılan– Morehouse KuyrukluYıldızı Oxford'da bir konferans için toplanan astronomları hayrete düşürmüştü:

Kuyruğun meydana gelişi sürekli olmaktan çok kesintiliymiş hissini vermektedir. Sanki çekirdekte aralıklarla, uzağa gidip kuyrukluYıldızı bir süreliğine kısa bir kuyrukla bırakan büyük demetler veya küller halinde kuyruk üreten kasılmalar veya patlamalar ortaya çıkmaktadır... gelecek kasılmanın işaretleri fark edilebilmektedir.

Arthur Eddington [Sir Arthur Stanley Eddington] adlı genç bir Britanyalı astronom Morehouse KuyrukluYıldızı hakkında



51. Donati Kuyrukluyıldızının 5 Ekim 1858'de Paris üstündeyken [gözlenen] ince düz Tip I ve kavisli Tip II kuyrukları. Amédée Guillemin'in Les Comètes ["Kuyrukluyıldızlar"] (Paris, 1877) adlı eserinden.

yaptığı bir konuşmada yeni mükemmelleştirilen büyümlü fener⁵⁴ saydamını kullanmıştı:

İşte bir gün sonra aynı kuyruklu yıldız. Her şey tamamen değişmiş; ne bu fotoğrafta kuyruktaki bir özelliği gösterip bunun önceki fotoğrafta bulunan belirli bir özelliğe tekabül ettiğini ne de onun buna dönüştüğünü söyleyebilirsiniz; bir gün öncesinin kuyruğunun değişmiş hali olduğunu da söyleyemezsiniz. Kestirilebildiği kadarıyla bu yepyeni bir kuyruktur...

Tip I kuyruklar bazen “boğumlar” –çevresinden daha parlak küçük madde yoğunlaşmaları– ortaya koyar. Boğumların kimi zaman kuyruk boyunca Güneş’ten uzağa doğru hızlandıkları gözlenir. Eddington, Morehouse Kuyruklu Yıldızından bahsederken söz konusu ivmenin kapris yaparmışçasına saati saatine uymaz niteliğine açıkça şaşakalmıştı. Boğumların ne kadar hızlı hareket ettiğini ölçmek için art arda hızlı fotoğraf çekebilirsiniz. Hızlarının üst sınırı aşağı yukarı saniyede 250 kilometreye (saatte 540.000 mile) varabilir ve (boğumla birlikte hareket ettiğinizde hissedeceğiniz) ivmesi 1 g yani, Yer’in kütle çekiminin düşen cisimlere kazandırdığı hız artışı kadar yüksek olabilir. Düşük hız veya ivmeli boğumlar da mümkündür. Boğumların hareketi hava durumu kadar öngörülemezdir.

Tip II kuyruğun görünür ışık spektroskopisi kuyruğun Güneş’ten gelen ışığın gözlemciye kendine özgü özellikler eklemeden veya eksiltmeden geri gönderdiğini göstermektedir. Bu tozun ayırıcı niteliğidir. Ve bazı kuyruklu yıldız kuyruklarının kızılötesi tayfında, Yer’deki bayağı kayaçların ana bileşeni, silikatların imzası mevcuttur. Bundan dolayı Tip II kuyruğa toz kuyruk denir. Gerçi biz yapışkan, karanlık organik maddenin ince silikat toz parçacıklarıyla özel bir bağlantısının bulunduğu inanmaktayız.

Şüphesiz Tip II kuyruklar sayısız ince parçacıktan meydana gelmektedir. Sadece Newton kütle çekimi etkili olsaydı, bir ince parçacık yığını uzayda katı bir cisimmişçesine yol alamazdı. Aksine her parçacık Güneş’in çevresinde, neredeyse tam boşlukta hareket eden bir mikro-gezegen halinde, ayrı bir yörüngede dönerdi. Kuyruklu yıldızdan kopan toz tanelerinin başlangıç hız-

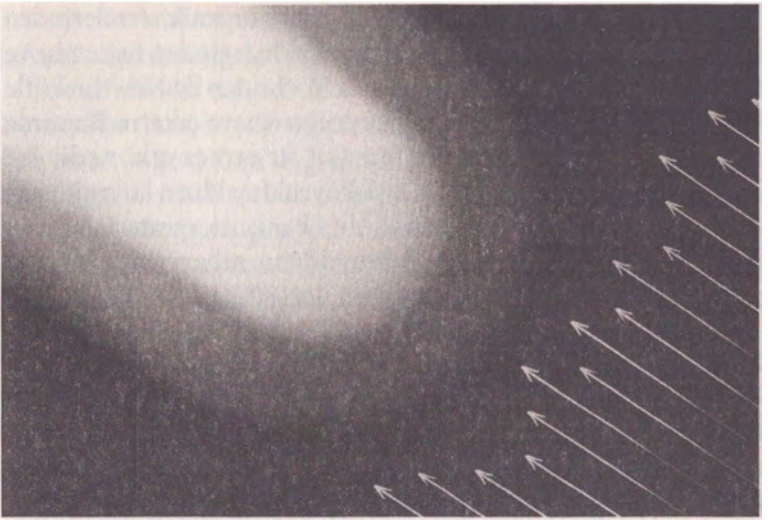
54. Göstericinin ilkel biçimi, atasıdır. (ç.n.)

Temmuz 1819 Kuyruklu Yıldız ve Sinyora Bietta

Of, bu nasıl bir çıkmaz! Nasıl da lanet bir çıkmaz
Şu açmaza düştüğüm, keşke bilseydim, kocamla ben!
Şeyim... iki hafta gecikti
Bundan ötürü... anlarsın ya, *sen* Bayan Bietta!
Ve biliyor musun? Bütün bu gaile o Kuyruklu Yıldız
yüzünden
Şu kuyruğuyla herkesi öylesine hayrete düşüren!
Aynı şey Amelli'nin başına da geldi,
Ve Gina'nın ve Bina'nın ve Babetta'nın.
Ve Nunziada'nın ki tam bir ay gecikti,
Onun azıcık budala olduğunu bilirsin:
Bir an düşün, ah şu sinsi Kuyruklu Yıldız!
Ve hatırlıyor musun? Oradaydık
O muazzam kuyruğuna gülüp geçiyorduk
Ve altında oynuyorduk! Mümkün mü?

–ANONİM BİR ON DOKUZUNCU YÜZYIL ŞİİRİ,
İTALYANCADAN İNGİLİZCEYE GINA PSAKI
TARAFINDAN ÇEVİRİLMİŞTİR

ların onları taşıyan gaz üfürüğünün özellikleri ve yönelimine bağlı bulunması nedeniyle, bazıları kuyruklu yıldızlara göre biraz daha hızlı bazılarıysa daha yavaş yol alacaktır. Yörüngelerinde Mars Yer'den, Yer'se Venüs'ten daha yavaş dolanır. Aynı şekilde, daha hızlı parçacıklar dışarı doğru hareket edip yavaşlayacak, yavaş parçacıklarsa içeri doğru düşüp hızlanacaktır. Tip II kuyruklu yıldız kuyruğunun kendine özgü eğriliği –hem nitel hem de nicel bakımdan– yavaş bir hız değişim oranından [gradyan] ileri gelir. Kuyruklu yıldızların büyük kavisli sarı kuyrukları, bizatihi şekillerinden ötürü, Güneş'in çevresinde ayrı ayrı yörüngelerde dolanan münferit küçük parçacıkları akla getirir.



52. Güneş ışığının kuyruklu yıldız saçındaki gazları ve ince parçacıkları kuyruğu meydana getirecek şekilde geri üflemesini temsil eden şema. Diyagram: Jon Lomberg/BPS.



53. Brooks (1893 IV) Kuyruklu yıldızının kuyruğundaki altüst oluş. California Üniversitesi, Lick Gözlemevi'nin müsaadeleriyle.

Ufacık parçacıklar –iyice küçük silikat ve organik zerrelerinden müteşekkil kümeler– kuyruklu yıldız çekirdeğinden fıskırtılır ve Güneş’ten öteye doğru yönlendirilir. Ardından da Newton kütle çekimi söz konusu zarif kavisli kuyruğu ortaya çıkarır. Bununla birlikte parçacıkları geri iten bu akıl sır ermez etki nedir ki? Doğru cevabı tahmin eden ilk kişi, kuyruklu yıldızın kuyruğunun güneş ışığı basıncı tarafından itildiği kanısına varan, Johannes Kepler’di. Net sonucun kuyruklu yıldızın nihayetinde dağılıp gezegenler arası gaza dönüşeceğini ileri sürmüştü.

Işınım basıncı bir gündelik hayat etmeni değildir. Bulutsuz bir günde sokağa çıkan parmak kadar insanlar bile gün ışığı tarafından yere çalınmaz. Işınım basıncı kuvveti yeryüzünde bir atom kalınlığındaki bir tabakanın ağırlığına denktir. Yani ışınım basıncı büyük ölçüde hiçlikle aynı kapıya çıkar. Ama zaten neredeyse hiçbir şeyden meydana geliyorsanız, ışınım basıncı sizi itip kakabilir. Üzerimizdeki toplam güneş ışığı kuvveti kapladığımız alana, bizi itip kakma çabası sırasında güneş ışığına gösterdiğimiz mukavemetse kütemize bağlıdır. Parçacık ne kadar küçükse, kütesine oranla kapladığı alan o kadar büyüktür. Sonuçta, boşlukta, yeterince küçük bir parçacık onu Güneş’ten uzağa süren ışınım basıncı kuvvetini Güneş’in onu kendisine doğru yürüten kütle çekiminden daha güçlü bir şekilde hissedecektir.

Hem ışınım basıncı kuvveti hem de kütle çekimi kuvveti Güneş’ten uzaklığın karesiyle ters orantılıdır; bundan ötürü bir parçacık, ışınım basıncı ona hükmedecek kadar küçükse, güneş sisteminin dışına çıkacak şekilde kesintisiz bir ivme kazanır. Işınım basıncı Merkür’ün yörüngesi civarında kütle çekimine üstün gelirse, parçacık en yakın yıldızla arasındaki yolu yarılادığında dahi ışınım basıncı kütle çekimine üstün gelmeye devam edecektir. Buna rağmen, toz parçacıklarının ışınım basıncı tarafından iç güneş sisteminden dışarı atılması için, çok küçük –bir baştan bir başa bir santimetrenin on binde birinden, basbayağı bir mikroskopla bile fark edilemeyecek kadar küçük– olması gerekir. Bu nedenle bir kuyruklu yıldızın çekirdeğinden fıskırıklarla kopan toz parçacıklarından sadece en küçükleri güneş ışığıyla uzaya doğru geri itilir. Kurtulma hızına kavuşup kuyruklu yıldızdan [ayrılan] ama Güneş’in [çe-

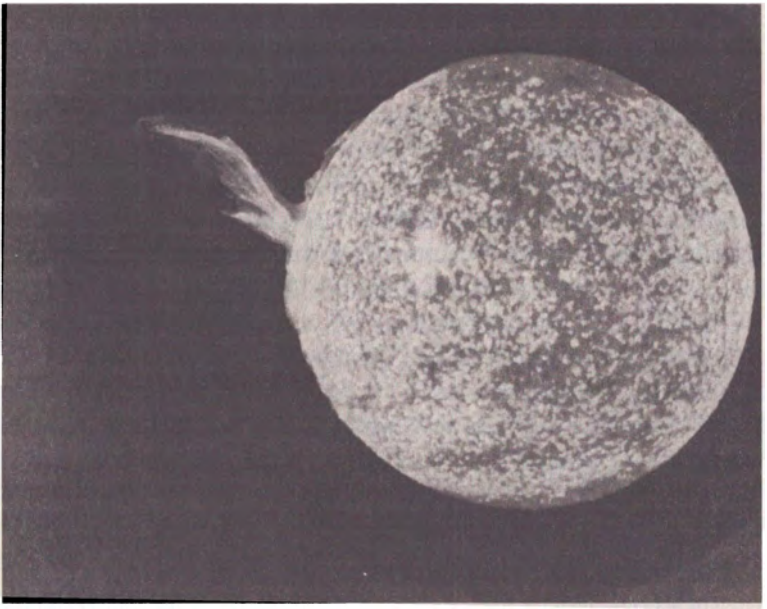
kim gücünden] kurtulamayan en büyük parçacıklarsa Güneş'in çevresinde birbirinden ayrı yörüngelere yerleşir.

Parçacıklar daha da küçükse yani, güneş ışığının birçok dalga boyundan daha küçükse, ışık dalgalarının tepe ve çukurlarından sızar ve gene dışa doğru itilmez. Bunun için boyutları sarı ışık dalga boyu civarında olup da güneş ışığı tarafından güneş sisteminin dışına doğru [yol alacak şekilde] ivme kazandırılan ancak dar bir parçacık yelpazesi vardır. Gezegenler arası uzay bu boydaki parçacıklardan arınmış olmalıdır.

Tip II kuyruk tozdan meydana geliyorsa, bir kat öne çıkan Tip I kuyruğun bileşimi nedir? Aristoteles, kuyrukluyıldız kuyruklarının kuzey ışıklarıyla benzerlik taşıdığını düşünmüş, Kant da bu görüşü tekrarlamıştı:

Yer içinde kuyrukluyıldızlarda ve kuyruklarında bulunan buharların yayılışıyla kıyaslanabilecek bir şey barındırmaktadır, yani Kuzey Işığı veya Aurora Borealis... eğer en ince ve en uçucu parçacıklar kuyrukluyıldızlarda da Yer'deki kadar bolsa, Güneş'in Aurora Borealişe yol açan ışınları, buhardan [müteşekkil] kuyruklu bir baş üretecektir.

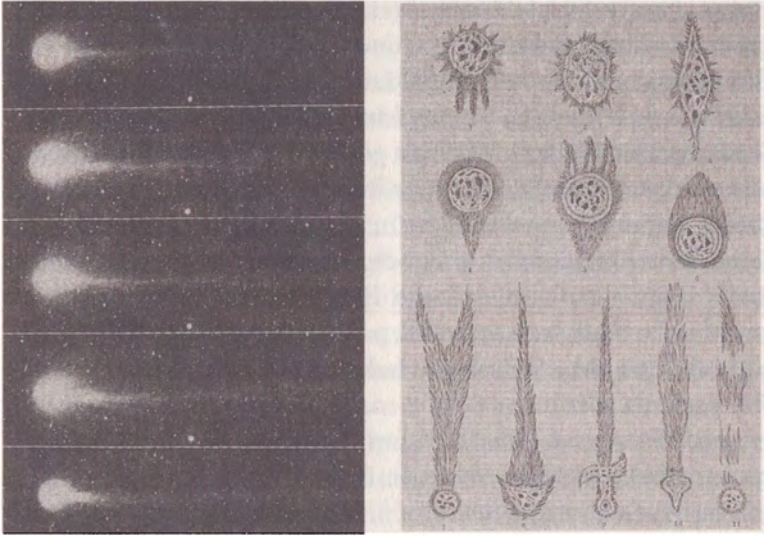
Aristoteles'in veya Kant'ın devirlerinde anlaşılmamış olmasına rağmen, bugün Yer'in genellikle arktik ve antarktik bölgelerinde görülen kutup ışıklarıyla –bazen fışkırtılı bir kumaşı andıran [sesler çıkaran], gökyüzündeki zamanla değişen çok renkli ışık örüntüsüyle– ilgili bildiğimiz bir şey vardır. Kutup ışıkları kutup bölgelerinde ortaya çıkar çünkü Yer'in manyetik alanının yönlendirdiği yüklü parçacıklar –özellikle Güneş'ten gelen protonlar– oradadır. Protonlar atmosfere kutupların üstünden yağar. Kutup ışıkları proton arzının değişkenliği yüzünden değişkendir. Kutup ışıklarıyla kuyrukluyıldızların Tip I kuyrukları arasındaki ileri sürülen görünüşteki benzerlik belki o kadar aşikâr değildir ama ikisinin de anlaşılmasında elektrik ve manyetizmanın belirleyici olduğu kesinlikle doğrudur.



54. Bir proton, elektron ve helyum iyonu fışkırmasının Güneş tacında yarattığı çalkantı. Daha da güçlü püskürmeler yüklü parçacık küreciklerini, bir güneş parlaması hadisesi meydana getirecek şekilde, Güneş'ten büsbütün sürer. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

Saçların tayfı, daha önce de söylediğimiz üzere, esasen C_2 , C_3 ve CN gibi molekül kırıntılarını gözler önüne serer. Ama teleskop saça değil de kuyruğa doğrultulduğunda, CO^+ çizgilerinin başat bulunduğu, tamamen farklı bir tayf görülür. CO^+ bir elektronunu kaybetmiş bir karbon monoksit molekülüdür. Bu tür elektrik yüklü moleküllere *iyon* denir. CO^+ Güneş'ten özellikle mavi ışığı soğurur ve aynı mavi ışık flüoresans yoluyla yeniden her yöne saçılır. Tip I kuyruklara iyon kuyruğu adının verilmesi de mavimsi ışık saçmaları da bu yüzdendir. Bu mavi güneş ışığı frekanslarını bir şekilde söndürebilseydiniz, toz kuyruk neredeyse aynı görünürdü ama iyon kuyruk görünmez olurdu. Kuyruklu yıldızların kuyruklarında nispeten az miktarda CO^+ mevcuttur, ancak CO^+ [iyonunu] yok ederseniz, H_2O^+ [iyonu] nedeniyle, mavi iyon kuyruğunun yerini çok daha sönük kırmızı iyon kuyruğu alır.

Moleküller genelde elektrik yükü bakımından nötrdür, atomun dışındaki negatif yüklü elektron sayısı içerideki pozitif yüklü proton sayısını tamamıyla dengeler. Yer'in civarındaki gezegenler arası uzayda duran bir su molekülünü gözünüzün önüne getirin. Ona Güneş'ten çıkan bir morötesi ışık fotonunun (veya bir protonun) çarptığını ve elektronlarından birini uzaya taşıdığını düşünün. Molekül bundan ötürü [artık] pozitif yüklüdür: protonları elektronlarından daha fazladır. Yüklü moleküle iyon ve elektronunu götüren sürece iyonlaştırma denir. Sıyrılan [çıkarılan] bir tane elektronsa böyle bir su molekülünü H_2O^+ şeklinde simgelerdik. Artı işareti fazladan bir pozitif elektrik yükünü veya eşit ölçüde bir elektron eksikliğini gösterir. İki elektron götürülseydi, bunu H_2O^{++} diye yazardık. Aynı şey CH^+ , N_2^+ veya CO^+ için de geçerlidir.



55. Solda: Whipple-Fedtké-Tevzadze (1943 I) Kuyrukluyıldızının 8/9 Mart 1943'te birer saat aralıklarla çekilen beş fotoğrafı. Savaş zamanı Nazi Almanyası'nda, Sonneberg Gözlemevi'nden C. Hoffmeister tarafından fotoğraflanmıştır. N. B. Richter'in The Nature of Comets ["Kuyrukluyıldızların Doğası"] (Methuen, 1963) adlı eserinden. Sağda: Plinius'un yazılı tasvirlerine göre çizilen kuyrukluyıldız şekilleri. Amédée Guillemin'in Les Comètes ["Kuyrukluyıldızlar"] (Paris, 1877) adlı eserinden.

Tamam, diyelim ki bu yolla bir CO molekülü kuyruklu yıldız çekirdeğinden uzaya seğirtir ve bir ışık demeti tarafından saldırıya uğrayıp soyulur, arbede sırasında da bir elektronunu kaybeder. Neden şimdi doğruca Güneş'in aksi yönünde hareket etsin ki? Neden iyon kuyruklardaki boğumlar dengesiz bir şekilde hızlansın ki? Güneş'ten kaynaklanıp da bir iyonun maruz kaldığı ama bir toz tanesinin maruz kalmadığı nedir ki?

Işınım basıncı iyon kuyruğundaki boğumları açıklamak için çok yetersizdir. Ayrıca Güneş'ten yayılan ışık son derece kararlıyken, boğumların ivmesi zamanla değişir. Güneş kuyruklu yıldızların kuyruklarını uzaya saçtığı ışığın yanı sıra başka bir şeyle daha etkiye uğratabiliyor olmalıdır. Boğumları aylarca sürececek bir zaman aralığı boyunca incelersek, bazen hızlanmalarla ilgili Güneş'in kuyruklu yıldız tarafından görülen haliyle [ekseni çevresinde] dönme süresine adeta eşit bir dönemsellige rastlarız. Vargı açıktır: Etki Güneş'in her tarafından değil belli bir bölgesinden kaynaklanmaktadır. Etki, artık her neyse, ancak aktif güneş bölgesi kuyruklu yıldızla yönelikken kuyruklu yıldız kadar uzanır. Güneş'in (Yer'den görüldüğü haliyle, 27 günde bir) [ekseni çevresinde] dönmesi nedeniyle, Güneş'in üstündeki aktif bölge önünde sonunda arkasını kuyruklu yıldızla verir ve iyon kuyruktaki hızlanma, ancak bölge yeniden yüzünü ona doğru çevirdiğinde canlanmak üzere diner.

Güneş'in aralıklı olarak yüklü parçacıklar yaydığı uzun zamandır bilinmektedir: Teleskopla bakıldığında Güneş'in yüzeyinde bir parlama görülür ve üç gün sonra bir "manyetik fırtına" Yer'i vurur, ülkelerarası radyo iletişimde girişime yol açar. Rastlantı eseri, 29 Mart 1943'te Whipple-Fedtké-Tevzadze Kuyruklu Yıldızının iyon kuyruğu belirgin bir boğum hızlanması sergilemiş ve aynı gün esaslı bir manyetik fırtına Yer'e ulaşmıştı. II. Dünya Savaşı sırasında ve sonrasında Almanya'da çalışan astrofizikçi Ludwig Biermann, böyle gözlemlerden hareketle Güneş'ten çıkan bu yüklü parçacık püskürüklerinin özelliklerini ölçüp biçmişti. Elde ettiği sonuç, her hâl ve şartta Güneş'ten dışarı doğru esen ve kuyruklu yıldız gökyüzünün hangi kesitinde yol alıyorsa alsın kuyruklu yıldızların iyon kuyruklarını rüzgâr altı yöne [rüzgâr yönünde] iten kararlı bir güneş rüzgârı bulunduğuydu. Bunun

yanında, iyon kuyruklardaki hızlanmalara kesinlikle –bugün Güneş tacındaki ve Güneş’le birlikte dönen deliklerden taşan güneş rüzgârının şiddetlenmesi olarak bilinen– başka bir şeyin yol açtığıydı.

Güneş rüzgârı ilk defa 1959’da Sovyet uzay aracı *Luna 3* tarafından doğrudan doğruya saptanmıştı. Daha sonralarıysa Amerikan uzay aracı *Explorer 10* ve özellikle 1962’de Yer’den Venüs’e yaptığı ilk tarihi yolculuğu sırasında yıldızlararası uzay aracı *Mariner 2* tarafından. Yapılan ölçümler güneş rüzgârının esasen proton ve elektronlardan meydana geldiğini göstermişti. Yer’in civarında santimetre küp başına bunlardan çok azı vardı ama Güneş’ten çevreye doğru ışınsal olarak saniyede birkaç yüz kilometre hızla akın ediyorlardı. Daha hızlı esen, [parçacık içeriği] daha yüksek yoğunlukta rüzgârlara da rastlanmıştır. Bundan başka Güneş’in yüzeyinde ara sıra ortaya çıkan yüksek enerji proton ve elektron küreciklerini uzayın derinliklerine iten parlamalar ve diğer şiddetli etkinlikler de bulunmaktadır. Güneş’ten gelen bu rüzgâr beraberinde yoluna çıkan iyonları sürükleyen bir manyetik alan taşır. Bir molekül güneş ışığı tarafından iyonlaştırılır iyonlaştırılmaz, güneş rüzgârlarıyla taşınan manyetik alana kapılır. Gelgelelim iyonlaşmayan yani, nötr kalan moleküller manyetik alanlardan etkilenmez. Bu nedenle kuyrukluyıldızların iyon kuyrukları güneş rüzgârındaki daima dosdoğru aksi yöne üflenene rüzgâr fırıldaklarıdır. Buna rağmen ara sıra Güneş’ten çıkan bir manyetik bulut kuyruğa yetişir ve iyonları altüst eder.

İyon kuyruk toz kuyruğa kıyasla daha fazla değişkenliğe ve çoğunlukla daha fazla yapıya sahiptir. İnce düz ışınlar birkaç saat içinde değişebilir, birleşebilir de dağılabilir de. Gelip geçici hatlar keskin, dik açılı kesiklilikler ve bir baştan bir başa milyonlarca kilometre uzunluğundaki burğu benzerleri dahil karmaşık şekiller alır. Bazı kuyruk örüntüleri adeta kuyrukluyıldız dengersizce dümen kırıyormuş, ABD Bağımsızlık Günü’nde atılan sis bombalarıymış gibi görünür. Oysa kuyrukluyıldız neredeyse kusursuz bir eliptik yörüngede hareket ediyordur ve bu örüntülere yol açan güneş rüzgârıdır. Bazen bütün bir kuyruk kendini çekirdekten ayırır ve bir taraftan sönerken, bir taraftan da



56. Üstte: Palomar Dağı Gözlemevi'ndeki 48 inçlik Schmidt teleskobuyla 3 Ağustos 1957'de fotoğraflanan Mrkos Kuyruklu yıldızı. Şekilsiz sönük toz kuyruğuyla iyon kuyruğunun alabildiğine karmaşık morfolojisine dikkat ediniz. Altta: Humason (1962 VIII) Kuyruklu yıldızı. Işın yapısına dikkat ediniz. Palomar Dağı Gözlemevi fotoğrafı. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

tamamen ortadan kayboluncaya kadar yavaş yavaş geriye doğru sürüklenir. Genellikle çekirdek kopukluk durumundan sonra yeni bir kuyruk meydana getirir. Dahası eski ve yeni kuyruk karşılıklı etkileşebilir veya şöyle bir iç içe dahi geçebilir. Kuyrukluyıldızların kuyruklarının karmaşıklığı ve değişkenliği neredeyse biyolojikmiş hissi verir. Astronomlar arasındaki hâkim görüşe göre, kuyrukluyıldız kuyruklarının çoğu tuhaf davranışı iyon kuyruktaki elektrik yüklü moleküllerle hayli değişken güneş rüzgârının karşılıklı etkileşimi yüzündendir. Elbette bizzat kuyrukluyıldızın tuhaflıklarının da bunda payı vardır: Örneğin, gaz ve toz fişkırmalarının zamanlaması ve büyüklükleri. Gene de ayrıntıda, kuyrukluyıldızların iyon kuyruklarının değişen şekillerini anlamaktan hâlâ çok uzağız.

Astronomlar aynı kuyrukluyıldız kuyruğunun fotoğraflarını doğru zaman dizisine göre sıralamak ve [davranışlarının] temelini meydana getiren fiziksel mekanizmaları gün ışığına çıkarmak umuduyla –büyüteçten bilgisayar destekli kontrast iyileştirme sistemine uzanan donatımla– her bir geçirti ve kıpırtıyı incelemek için uzun saatler harcadılar. Yüklü ve nötr gazların kendi manyetik alanını taşıyan hareketli bir proton akımının içinden geçip gitmesi gündelik hayatta sıkça rastladığımız bir şey olmadığından, bu ister istemez anlaşılması güç bir konudur. İnceden inceye üç boyutlu magnetohidrodinamik ölçüp biçmeyi ve elektrik yüklü plazmanın kuyrukluyıldız çekirdeğinin yerini tutması için tasarlanmış katı bir cisimle (örneğin balmumundan bir topla) karşılıklı etkileştiği laboratuvar simülasyonlarını icap ettirir.

Kuyrukluyıldızların Güneş'in kütle çekim alanındaki hareketi esas itibarıyla havaya atılan bir taşın yere düşmesiyle aynı fiziktir. Gündelik hayatımızda bunun hazır bir paraleli vardır. Bir kuyrukluyıldız çekirdeği üstündeki buzun buharlaşarak gezegenler arası uzaya uçup gitmesi güneşli bir günde karın buğulaşıp Yer'in atmosferine karışmasından pek farklı değildir. Gene bu görüngüyü kolaylıkla anlarız çünkü bu da gündelik hayatımızın bir parçasıdır. Ama –kutup ışıklarıyla uzak bir ilişkisi dışında– kuyrukluyıldız kuyruklarının plazma fiziğinin hazır bir yersel benzeri yoktur; haliyle gözlerimizin önüne, anlama çabalarımıza

direnme eğilimi gösteren, akıl sır ermez yönler serer. Buna rağmen, sonuç itibarıyla, kuyruklu yıldız kuyrukları plazma fiziği kavrayışımızı sınavabileceğimiz doğal laboratuvarlardır.

Kuyruklu yıldızların iyon kuyruklarıyla ilgili bilgimiz yenidir ve bazı bakımlardan hâlâ belli belirsizdir ama daha eski bir devrin astronomlarının beklentilerini enine boyuna karşılamaktadır. Amerikalı astronom E. E. Barnard 1909'da şöyle yazmıştı:

Kuyruklu yıldızın bu özelliklerinden bazılarını herhangi bir şekilde açıklamaya kalkıştığımızda, çok tehlikeli bir sahaya ayak basarız çünkü benimsenmiş kuyruklu yıldız teorilerinde bunları açıklayacak hiçbir şey yoktur ve belki Güneş'le gezegenlerin civarındaki uzayda varolan şartlarla ilgili bütün düşüncelerimizi geçersiz kılan bilinmeyen nicelikleri varsaymamız gerekir. Ne var ki, başka bir açıklama yokmuş gibi görüldüğünden, bizi bu gerçek durum yani, muhtemel bir nedeni ararken aşırıya kaçmış olmamız, bir kuyruklu yıldızın dünyayı tutan kuyruğundan yardım görmeden asla bilinir hale gelmeyecek gezegenler arası şartların bilgisine ulaşmamıza yol açabilir.

Bugün iyon kuyrukların birer güneş rüzgârı yön ölçeri [rüzgâr tulumu] yani, aksi takdirde hepten gözümüzden kaçacak gezegenler arası hava şartları sondaları olduklarını biliyoruz.

Bir kuyruklu yıldız gaz salıp da saç ortaya çıktıktan sonra, güneş rüzgârı ve taşıdığı manyetik alan kuyruklu yıldız atmosferiyle çarpışır. Saçın dış tabakalarındaki moleküller Güneş'ten gelen morötesi ışıkla iyonlaşır. Güneş rüzgârı bu iyonları kaldırır, saçın güneşe dönük bölümün çevresinde de veran eder ve iyonları rüzgâr yönünde uzaklara taşır. Yüksek performanslı bir hava taşıtı sesüstü hızlara ulaştığında önünde ortaya çıkana benzer bir şok dalgası meydana gelir. Bu baş şoku kuyruklu yıldızın rüzgâr alan yönünde bir milyon kilometre kadar [uzakta] varlık kazanır. Güneş rüzgârı tarafından rüzgâr altı yöne doğru geri itilen ve güneş ışığının [optik] pompalamasıyla [uyarılıp] tekinsiz mavi bir renkte parlayan iyonlar Güneş'ten yüz milyon kilometre kadar uzağa yayılabilir. Kuyruk ara sıra güneş rüzgârındaki bir darbeye veya daha nadiren küçük bir siklona kapılır ve daha önce Güneş'ten öteye doğru düpedüz ışınsal olarak uzanan kuyrukta kıyametler kopar.

Çarçabuk ve dengesiz bir şekilde değişmeleri, bir de teknik ve örgütsel sınırlılıklar nedeniyle, [şimdiye kadar] bir kuyruk-luyıldız kuyruğunun uygun bir hızlandırılmış devinim filmi elde edilememişti. Ama şimdi bunun hem yerden hem de uzay araçlarıyla imkân dahilinde bulunduğu bir noktaya eriştik. Artık renkli stereoskopik filmler bile mümkündür. Dahası bugün ge-zegenler arası uzayda güneş rüzgârını ve değişimlerini düzenli olarak inceleyen bir dizi izleme istasyon vardır. Günümüzde gezegenler arası hava durumu bilgimizi kuyrukluuyıldızların uzun ve zarif kuyruklarının kapsamlı bir şekilde kavranmasında kullanmak için neredeyse hazırız.

10. kısım

kuyrukluyıldızla ilgili bir hayvan masalı

Ender rastlanan ve alışılmadık şekilli bir [kuyrukluyıldız] belirirse, herkes diğer semavi görüngüleri hiçe sayıp onun ne olduğunu bilmek ister, yeni gelen hakkında soru sorar, ona hayranlık mı duymalı ondan korkmalı mı kararsızdır. Çünkü dehşet uyandıran ve korkunç anlamlar çıkaran insanlar hiç eksik değildir.

–SENECA, NATURALES QUAESTIONES [DOĞA ARAŞTIRMALARI], 7. KİTAP, “KUYRUKLUYILDIZLAR”

Astronomlar... şekillerinin garipliğinden çok hareket kanunlarına odaklanır.

–IMMANUEL KANT, KUYRUKLUYILDIZLAR ÜZERİNE, ALLGEMEINE NATURGESCHICHTE UND THEORIE DES HIMMELS [EVRENSEL DOĞA TARİHİ VE GÖKLER KURAMI], 1755

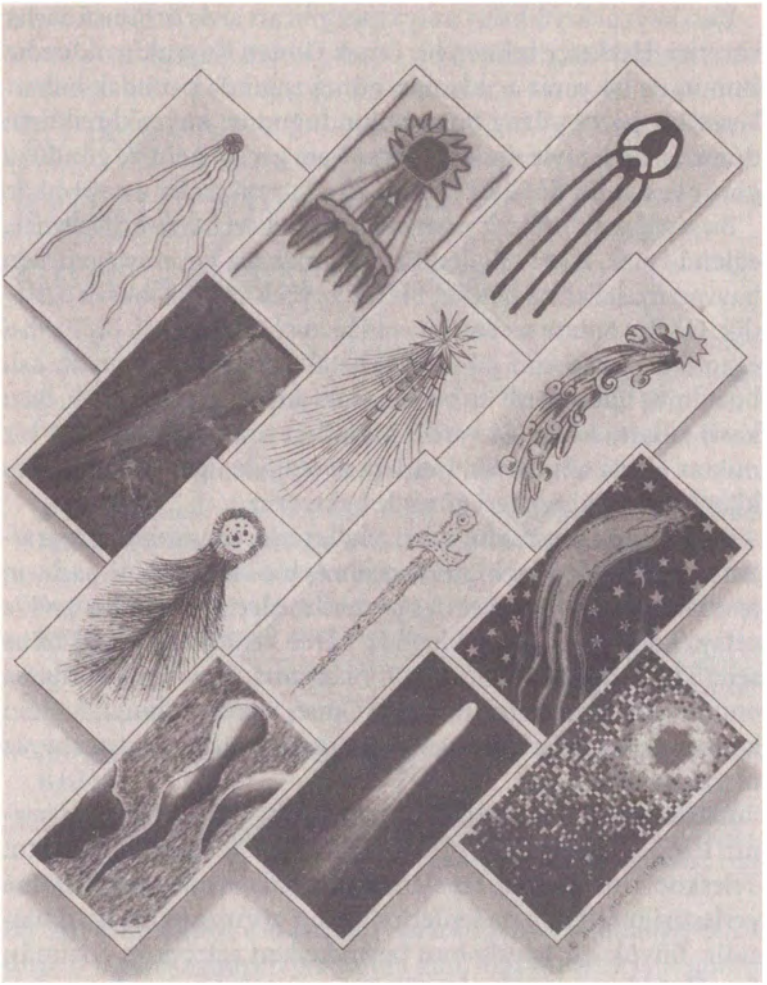
Bir kuyrukluyıldız, okyanusun derinliklerine dalmadan önce suların üstüne sıçrayan bir balina gibi, kısa bir süre için güneş ışığında eyleneceğinden da kayıplara karışır. Kuyrukluyıldızlar gece göğünde dans eder, kapris yaparmışçasına parlaklıklarını, boyutlarını ve şekillerini değiştirirler. Bazen çekirdeğin yakınlıklarında fevkalade bir faaliyet gerçekleştiğinin farkına varırız. Haleler meydana gelir, [çekirdekten] sıyrılır ve dağılır. Uzaya gaz ve toz püskürten birden çok fıskiye bulunduğu görülebilir. Bir kuyrukluyıldızın genellikle birkaç saatte bir [ekseni çevresinde] dönmesi nedeniyle sütunlarının kavis çizdikleri belirgindir. Işınım basıncı ve güneş rüzgârı yüzünden her şey Güneş tarafından geri üflenir.

Bazı kuyruklu yıldızlar uzaya saat gibi art arda örtümsü saçlar sürerler. Herkesçe bilinen bir örnek Donati Kuyruklu yıldızıdır. Bunun en işe yarar açıklaması güneş ışığında pattadak buharlaşan bir parça yüzey buzunu bulduğudur; kuyruklu yıldızın dönmesi nedeniyle tipik bir parça hem geceyi hem de gündüzü görür ve her bir dönüşte güneşli tarafta yeni saçlar ortaya çıkar.

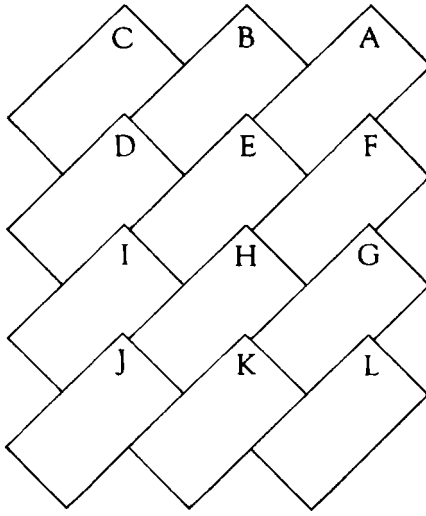
Bu sayfalarda, ortaçağ yazarlarınca insanları hayrete düşürmek, eğlendirmek, hatta bilgilendirmek amacıyla bir araya getirilen hayvan masallarına benzer, bir tür kuyruklu yıldız masalı derledik. Gözler önüne serilen hayvanların çoğu gerçektir. Bir haylisi egzotikti. Tekboynuz gibileriyse hatalı aktarım sonucuydu, aslı bozulmuş hikâyelerdi ki, bu vakadaki Afrika gergedanıydı. Bazı kasti aldatmacalar da vardı. Masalları muhabbetle, belki bir miktar alayla anımsıyor, bunlara zoolojiyle ilgili modern ders kitaplarının habercileri gözüyle bakıyoruz.

Bu kısımda kuyruklu yıldız şekillerinin teleskopla fotoğraflanmış veya teleskop başında çizilmiş bir dizi resmini, saçların içindeki fışkırıklara özel ilgi gösterilmişleri, benzer bir şevkle ortaya koyuyoruz. Kuyruklu yıldız bazen kendini öyle göz önüne serer ki ona dönme eksenini boyunca bakarız; kimi zamanlardaysa onu yandan izleriz. Her durumda Güneş'in nerede bulunduğunu kestirmek kolaydır. Resimler karşılığı artırmak için siyah beyaz olarak çoğaltılmıştır.

Astronom teleskobun başındayken çalkantılı bir hava deryasının içinden baktığı gibi, ortaya çıkan imge her zaman çarpıktır. Teleskopların ıssız dağ tepelerine, atmosferin epey yukarısına yerleştirilmelerinin nedenlerinden biri görmenin iyileştirilmesidir. Büyük bir teleskobun başındayken astronom gözünün fotoğraf klişesine göre büyük bir avantajı vardır: Astronom nasıl tam az önce atmosferin yatıştığını ve kuyruklu yıldızdaki ince ayrıntıların göze ilisebileceğini hatırlar. Gene de bu yöntemin dezavantajı insanların aksak kayıt cihazları olmalarıdır ve çözünürlük sınırlarında gözler insana oyun oynayabilir. Bütün bunlara rağmen bağımsız gözlemcilerin çizimlerini kıyaslayarak, çizimleri fotoğraflarla eşleştirerek ve yeni görüntü iyileştirme teknikleriyle, eski kuyruklu yıldız gözlemcilerinin ne yaptıklarını bildiklerini büyük ölçüde doğrulamak mümkündür.



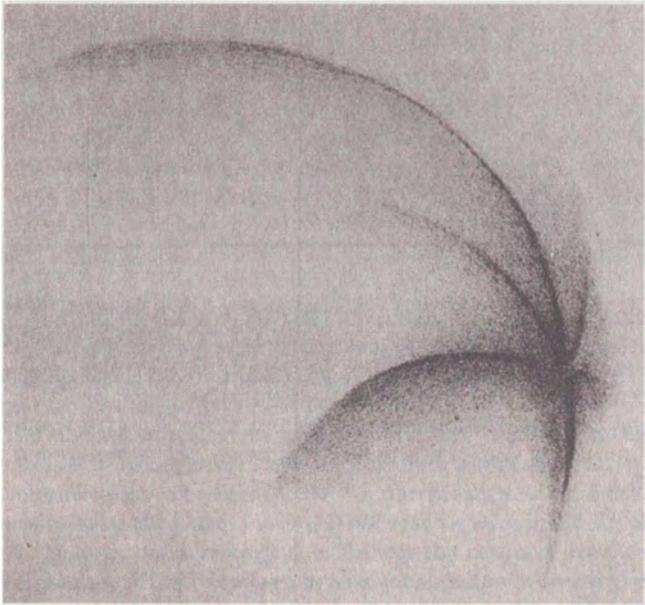
57. Envaiçeşit farklı çağlarda ve kültürlerde tasvir edildikleri halleriyle kuyruklu-yıldız. Resim: Anne Norcia. Ayrıntılı anahtar için bkz. Resim 58.



58. Farklı çağlarda ve kültürlerde tasvir edildikleri halleriyle kuyrukluyıldızlar: (A) İpek üzerine Çin resmi, MÖ 168. (B) Halley Kuyrukluyıldızının 1066 baharındaki tezahürünün kaydedildiği Bayeux Duvar Halısı. (C) Keşiş Eadwine tarafından y. 1145'te beliren Halley Kuyrukluyıldızıyla ilgili hikâyelere dayanılarak elyazması Eadwine Zebur'una çizilen parşömen üzerine yaldızlı resmi. (D) Giotto'nun Adorazione dei Magi ["Müneccim Kralların Tapınması"] adlı freskinden, y. 1304. Altın tozu boyar madde zamanla silinmiş, alçı üzerine uygulanırken kullanılan kırmızı yapışkan açığa çıkmıştır. (E) 1493'te üretilen bir ağaç baskı çizim, Liber Chronicarum'dan ["Nürnberg Kroniği"]. Halley Kuyrukluyıldızının 684'teki tezahürünü hikâye etmektedir. (F) İmparator II. Moctezuma tarafından 1500'lerde görülen parlak bir kuyrukluyıldızın resmedildiği bir Aztek tasviri, Diego Durán'ın Historia de las Indias de Nueva España ["Yeni İspanya Kızılderililerinin Tarihi"] adlı eserinden. (G) Büyük 1577 Kuyrukluyıldızının resmedildiği bir Türk minyatürü. (H) Hevelius'un Cometographia ["Kuyrukluyıldız Atlası"] adlı eserinden alınan, Plinius'a göre bir kuyrukluyıldız şekli, 1640-80'ler. (I) Hevelius'un Cometographia ["Kuyrukluyıldız Atlası"] adlı eserindeki birkaç kuyrukluyıldız şeklerinden biri, 1640-80'ler. (J) Bir Japon dövme demir kılıcının oyma barçağındaki (tsuba) kuyrukluyıldız olabileceği akla gelen ayrıntı, y. 1700. (K) Halley Kuyrukluyıldızının Mayıs 1910'da Şili, Santiago'da yer alan San Cristóbal Tepesi'ndeki Lick Gözlemevi'nin Güney Gözlem İstasyonu'nda elde edilen fotoğrafına dayalı çizim. (L) 10 Ocak 1980'de Greenwich Ortalama Zamanına göre yaklaşık 17.00'de gözlenen Bradfield Kuyrukluyıldızı. Çizim Goddard Uzay Uçuş Merkezi'nde bilgisayar desteğiyle iyileştirilmiştir.

Bu kuyruklu yıldız şekillerinin her biri bir kuyruklu yıldızın ölüm kalım enstantanesidir, güneş ışığının kaşla göz arasında büyük bir buz topağına uyguladığı şiddettir. Bu suretlerden her biri, hiç değilse kısmen, gaz ve toz sütunları, dönme, ısıtım basıncı ve güneş rüzgârındaki yerel hava durumunun eseridir. Sütunlar ve saç genellikle bir baştan bir başa en az binlerce kilometredir. Geri kalan manzaralardan bunların altında yatan hadiselerle ilgili sonuç çıkarmak detektiflerin işidir. Saha jeologları da bu işi yapar. Burada sergilenen çeşitli kuyruklu yıldız şekillerine göz gezdirin ve yapabilirsiniz her örnekte meydana gelenin ne olduğuna dair akla uygun bir açıklama bina etmeye çalışın.

Aşağıda (Resim 59) bir çekirdeğe, beş veya altı sütunu Güneş tarafından geri üflenirken yandan bakıyoruz. Resim 60'ta fiskeyelerin kuyruklu yıldız çekirdeğinin ısınan güneşe dönük yarıküresiyle sınırlı bulunduklarını görüyoruz. Dönme yönü konusunda genellikle sütunların eğriliğinden bir sonuca varılabilir.



59. Schmidt tarafından çizilen, Tebbutt Kuyruklu Yıldızının (1861 II) çekirdeğinden beş (ya da bir ihtimal altı) fıskırık çıkarken. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

Şekil I

Otuz yaşındayken Edmund Halley. Resim: Thomas Murray. Londra'daki Royal Society'nin müsaadeleriyle.

Şekil II

Bir kuyruklu yıldız çekirdeği Jüpiter gezegeninin yanından geçerken parçalanıyor. Burada neredeyse en can alıcı noktadayken görülüyor. Bu buz parçaları kümesi iç güneş sistemine yaklaşırken büyük kırıntıların her biri kendi kuyruğunu geliştirecektir. Resim: Michael Carroll.

Şekil III

Yer ve Ay bir kuyruklu yıldız kuyruğundan geçerken. Artafanda Samanyolu bulunmaktadır. Resim: Rick Sternbach.

Şekil IV

Bir kuyruklu yıldız ve [elbisesinin] kuyruğu gece göğünün diğer ışıkları arasında döne dolaşa ilerlerken. Grandville'in Un Autre Monde["Bir Başka Dünya"] (1844) adlı eserinden. Ruth S. Freitag'ın müsaadesiyle, Library of Congress.

Şekil V

West Kuyruklu Yıldızının (1976 VI) düz mavi iyon kuyruklarıyla kavisli sarımsı toz kuyrukları. 8 Mart 1976'da fotoğraflanmıştır. Fotoğraf: Dennis diCicco/Sky & Telescope Dergisi. © 1976 Dennis diCicco.

Şekil VI

Kuyruklu yıldızların ve güneş sisteminin evrimi. Bir güneş bulutsusu (üstte sağda) yıldızlararası gaz ve toz bulutu (üstte solda) içinde ortaya çıkar ve evrilir. Kilometrelerce çapındaki yoğunlaşmaların çarpışması ve müteakip çarpışmalarla fıskırmalar önünde sonunda az sayıda gezegenle (altta) çok sayıda kuyruklu yıldız (gösterilmemiş) sahip bir güneş sistemi doğurur. Resim: Kazuaki Iwasaki.

Şekil VII

Mars'ta bir kuyruklu yıldızla çarpışmanın ardından kısa bir süre için sular akar. Resim: Don Davis.

Şekil VIII

Güneş sisteminin neredeyse beş milyar yıl önceki doğuşundan bir enstantane. Genç Güneş'i çevreleyen, içinde muazzam sayıda kilometrelerce çapındaki kar ve kayadan müteşekkil cismin yoğunlaştığı, yassılaştırmış disk güneş bulutsusudur. Aralarından bazıları (burada çok azı gösterilmiştir) kuyruk geliştirir ve şüphesiz kuyruklu yıldız diye nitelenebilirler. Bugün güneş sisteminde bulunan bütün gezegenlerin, ayların, asteroitlerin ve kuyruklu yıldızların kaynaklandığı düşünülen [cisim] bir güneş bulutsusudur. Resim: Jon Lomberg.

Şekil IX

Bir kuyruklu yıldız veya asteroit Ay'a çarpıp (hatırasına hürmeten 2. Kısımda bahsi geçen Tycho Brahe'nin adıyla anılan) Tycho Kraterini meydana getirir. Ay'ın dağlık bölgesindeki krater oradaki birçok kraterden sonra oluşmuştur; krater üstünde krater bulunduğuna dikkat ediniz. Resim: Don Dixon.

Şekil X

Bir baştan bir başa 10 kilometre uzunluğundaki büyük bir kuyruklu yıldız çekirdeği -65 milyon öncesinin bu şematik tasvirinde- Yer'e çarpmak üzere. Meydana gelen patlamanın un ufak ettiği okyanus tabanından kaldırdığı toz bulutlarını Yer'in her tarafına sürdüğü, dinazorların ve birçok diğer türün ortadan kalktığı soğuk ve karanlık bir devire yol açtığı düşünülmektedir. Nükleer Kış da benzer bir etkiye sahiptir. Resim: Don Davis.

Şekil XI

Bir kuyruklu yıldız dev gezegenin atmosferine bir şimşek gibi girip bulutların altına nüfuz ediyor. Büyüklüğü ve Jüpiter kuyruklu yıldız ailesinin yörüngeleri yüzünden en büyük gezegen nispeten böyle çok sadme yer. Resim: Don Dixon.

Şekil XII

Merkezdeki Güneş ve kuyruklu yıldızlardan müteşekkil maiyeti küçük, soluk bir yıldızla rastlaşıyor. Ortaya çıkan kütle çekimsel tedirginlik bir kuyruklu yıldız yağmurunu iç güneş sistemine gönderiyor. Bu tür rastlaşmalar istatistiki bakımdan zaman zaman meydana geliyor olmalı. Ayrıca bir bakış açısına göre Güneş'in, günberisinde Oort Bulutuna giren ve bu nedenle dönemsel olarak kuyruklu yıldızları gezegenlere doğru gönderen, hayli dış merkezli bir yörüngeye sahip bir yoldaş yıldız⁵⁵ vardır. Diyagram: Jon Lomberg/BPS.

Şekil XIII

Bir kuyruklu yıldız Güneş'in ışıldayan yüzeyine çarpıyor. Karanlık bölgeler mevzii olarak gelişmiş manyetik alanlara sahip güneş lekeleridir. Güneş'in hiçbir yerinde ne katı ne de sıvı halde bir şey vardır, her şey gaz halindedir. Resim: Anne Norcia.

Şekil XIV

Hayatın başlangıcı devrindeki erken Yer. O zamanlar çok daha yakındaki Ay ufuk çizgisi üzerinde devasa halde asılı duruyor. Organik moleküller kuyruklu yıldız maddelerinin yağışıyla ilkel okyanuslara taşınıp, hidrojen bakımından zengin atmosferin içinde yıldırım ve morötesi ışığın sayesinde yerel olarak çoğaltılıyorlar. Resim: Kazuaki Iwasaki.

Şekil XV

1301'de görüldüğü haliyle, Beytlehem Yıldızı olarak tasvir edilen, Halley Kuyruklu Yıldızı. Giotto di Bondone'nin 1304'te tamamlanan Adorazione dei Magi ["Münecim Kralların Tapınması"] adlı freskinden.

55. Bir çift yıldız sisteminin daha soluk ve/veya daha küçük bileşeni. (ç.n.)

Şekil XVI

Bundan yüzyıllar sonra, Satürn'ün civarındaki genetik mühendislik ürünü muazzam ağaçsı türlerin serpilip gelişmesine kuyruklu yıldız çekirdekleri destek oluyor. Resim: Jon Lomberg.

Şekil XVII

Bir triceratops, 65 milyon yıl önce bir kuyruklu yıldız sadmesinin yol açtığı muhtemel sonuçları yansıtan bu çizimde, donmuş ve kararmış geç Kretase [Tebeşir] Dönem manzarası içinde mahzun bir şekilde dolaşıyor. Resim: Don Davis.

Şekil XVIII

Yirminci yüzyılın astronomları bir kuyruklu yıldız çekirdeğinin yüzeyini inceliyorlar. Ziyaretçilerin uzay aracı kuyruklu yıldızın hareketine ayak uydurmuş haldeyken, bir uçuculaştırılmış buz fışkırığı ufuk çizgisinin ötesinde ok gibi uzaya fırlıyor. Resim: Pamela Lee.

Şekil XIX

Tortulardaki kayıt. Bu İtalya, Gubbio'da yol kenarı kayaçlarındaki hem jeolojik zamanlardan Mezozoik [İkinci] Zamanın hem de Kretase Döneminin sonuna karşılık gelen net sınırdır. Altta sağda bir parça çekiçle kırıldığında beyaz kireçtaşı olduğu açıkça gözler önüne serilen Kretase kayacı bulunmaktadır. Bu tebeşir katmanının rengi geç Kretase Dönem okyanuslarında yaşayan mikroorganizmaların fosilleri yüzündendir. Üstte soldaki kırmızı kahve kayaça, dinazor fosillerine rastlanılabilecek ve memelilerin ortaya çıktığı Tersiyer [Üçüncü] Dönemden kalmaz. Üstte ölçeği göstermek amacıyla yer verilen yaklaşık yirmi beş sent büyüklüğünde 500 [İtalyan] lirelik bir madeni para vardır. Bu resimde kıvrıla kıvrıla çaprazlama yol alan, Kretase kayaçlarını Tersiyer kayaçlarından ayıran gri bir katman bulunmaktadır. Bu fosil izlerinde son dinazorların belirlediği devire karşılık gelmektedir ve iridyum bakımından zengindir. Şekil Berkeley'deki California Üniversitesi'nden Walter Alvarez'in izniyle kullanılmıştır.

Şekil XX

Venus'ün 300 milyon yıllık yüzeyinde –ister kuyruklu yıldız isterse asteroit kökenli olsun– çarpma kraterlerine nadiren rastlanır. Ön plandaki 37 km çaplı kraterin adı Howe'dur. Macellan uzay aracının radyo dalgalarıyla elde ettiği görüntü. NASA, Jet Propulsion Laboratory'nin [“Tepkili Motor Laboratuvarı”] müsaadeleriyle.

Şekil XXI

Shoemaker-Levy 9 Kuyruklu Yıldızı kırıntılarının çarpışından hemen sonra Jüpiter. Resimde Jüpiter'in atmosferiyle yüksek bulutlarında meydana gelen çarpışma lekelerinden biri görünmektedir. Her bir leke kabaca Yer boyutlarındadır ki, kuyruklu yıldızların Yer'le karşılaştırılabilir çarpışmalarının küresel çevre etkilerine yol açacağını akla getirmektedir. H. Hammel'in müsaadeleriyle, MIT [Massachusetts Teknoloji Enstitüsü] ve NASA/AURA [“Uzay Teleskobu Bilim Enstitüsü”] işletmecisi “Astronomi Araştırmaları İçin Üniversiteler Birliği”].

Şekil XXII

İki insan Mars gezegenindeki bir ileri karakolda Halley Kuyruklu Yıldızının Temmuz 2061'deki dönüşünü izliyor. Yer gökyüzündeki parlak mavi ışık noktasıdır. Canlandırımında tasvir edilişi mukimlerin köken gezegenini göstermektedir. Resim: Don Davis.

Şekil XXIII

Temmuz 1994'de Jüpiter'e çarpmadan önce kuyruklu yıldız toz bulutuna gömülmüş halleriyle Shoemaker-Levy 9 Kuyruklu Yıldızı kırıntıları. Hubble Uzay Teleskobu görüntüsü: Dr. H. A. Weaver ve T. E. Smith. NASA/"Uzay Teleskobu Bilim Enstitüsü" işletmecisi AURA'nın müsaadeleriyle.

Şekil XXIV

Halley Kuyruklu Yıldızı çekirdeğinin ESA'nın [Avrupa Uzay Ajansı] Giotto uzay aracındaki Çok Renkli Halley Kamerasıyla elde edilmiş bir bileşik görüntüsü. © 1986 Max-Planck-Institut für Aeronomie ["Max Plank Yukarı Atmosfer Araştırmaları Entitüsü"], Lindau/Harz, Almanya Federal Cumhuriyeti. H. U. Keller'in müsaadesiyle.

Şekil XXV

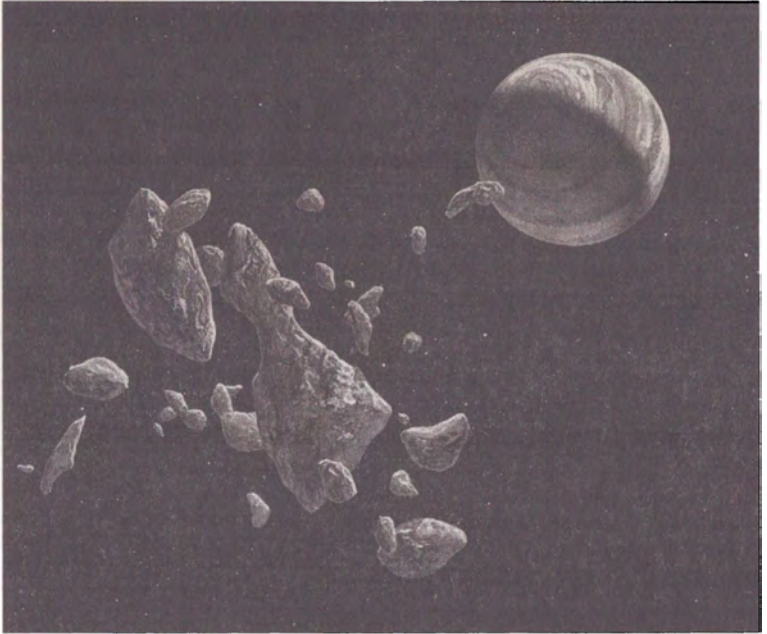
M16 Bulutsusundaki devasa akkorlaşmış gaz sütunları. Orada muhtemelen güneşler, gezegenler ve kuyruklu yıldızlar meydana geliyor. Arizona Eyalet Üniversitesi'nden J. Hester ve P. Scowen'in müsaadeleriyle.

Şekil XXVI

Hale-Bopp Kuyruklu Yıldızının Hubble Uzay Teleskobunun 2 Numaralı Geniş Alan Gezegen Kamerasıyla elde edilen bir görüntüsü. Görüntü çekirdeğin ikiye ayrıldığını (aksi takdirde bir vadiyle ayrılmış iki dağı) göstermektedir. Hale-Bopp'un Ocak 1997'de Güneş'e yaklaşmaya kadar kuyruğunun gözüktüğü bir görüntüsünün elde edilebileceği sanılmamaktadır. H. A. Weaver (Applied Research Corp.), P. D. Feldman (John Hopkins Üniversitesi) ve NASA/"Uzay Teleskobu Bilim Enstitüsü" işletmecisi AURA'nın müsaadeleriyle.



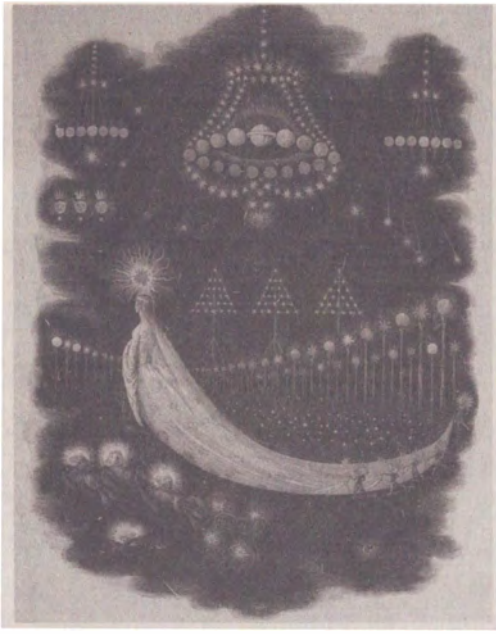
ŞEKİL I



ŞEKİL II



ŞEKİL III



ŞEKİL IV



ŞEKİL V



ŞEKİL VI



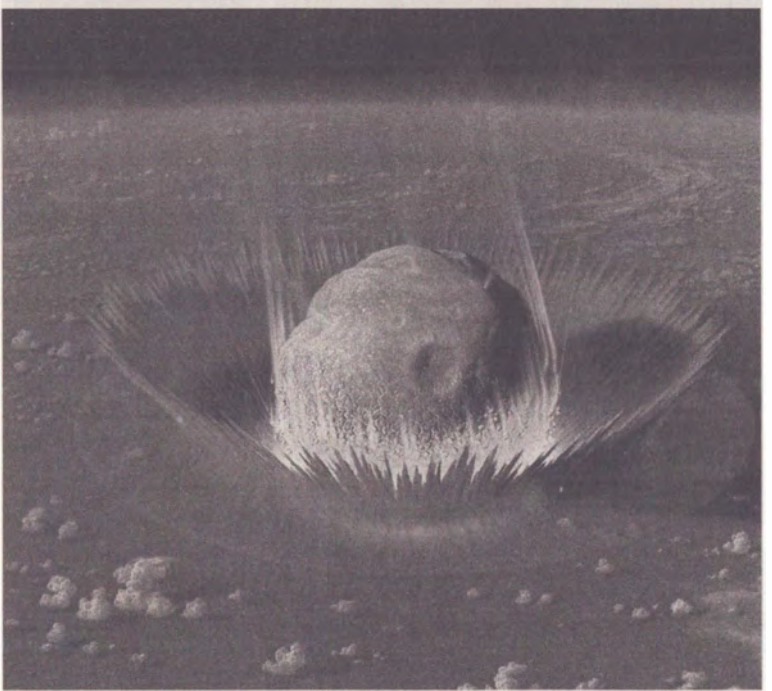
ŞEKİL VII



ŞEKİL VIII



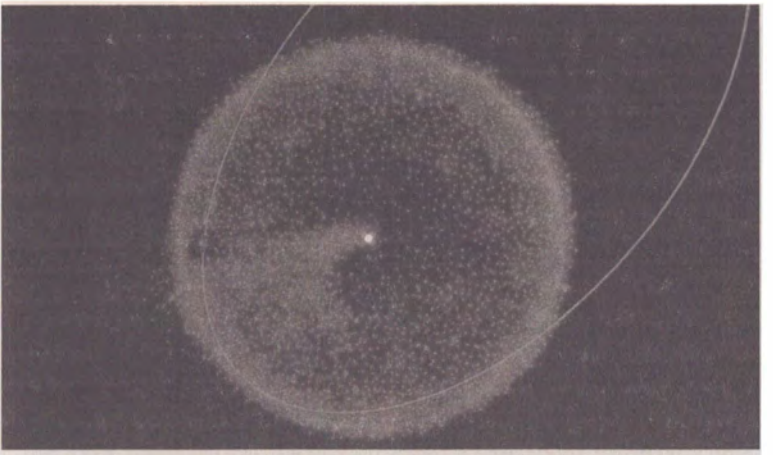
ŞEKİL IX



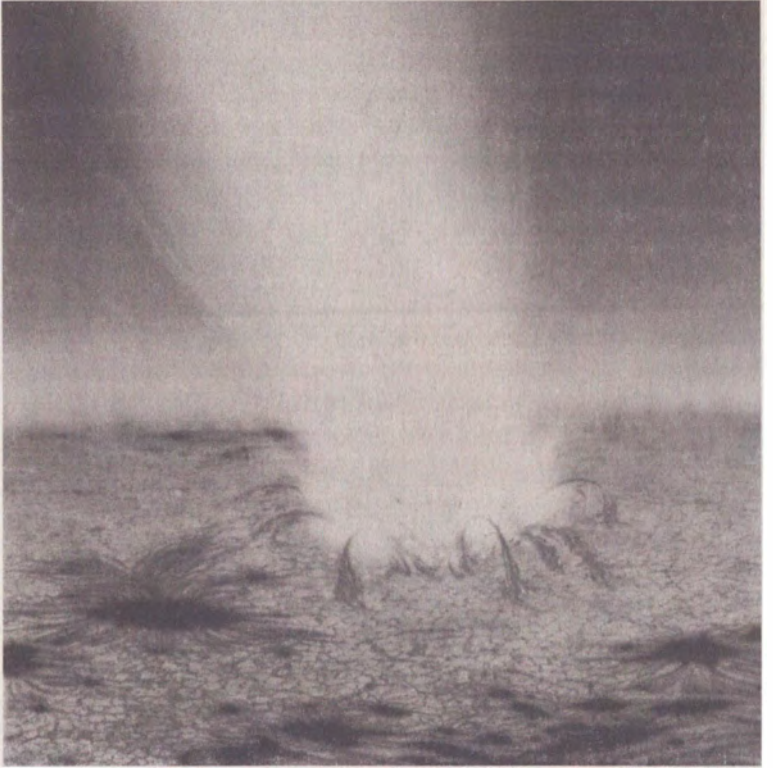
ŞEKİL X



ŞEKİL XI



ŞEKİL XII



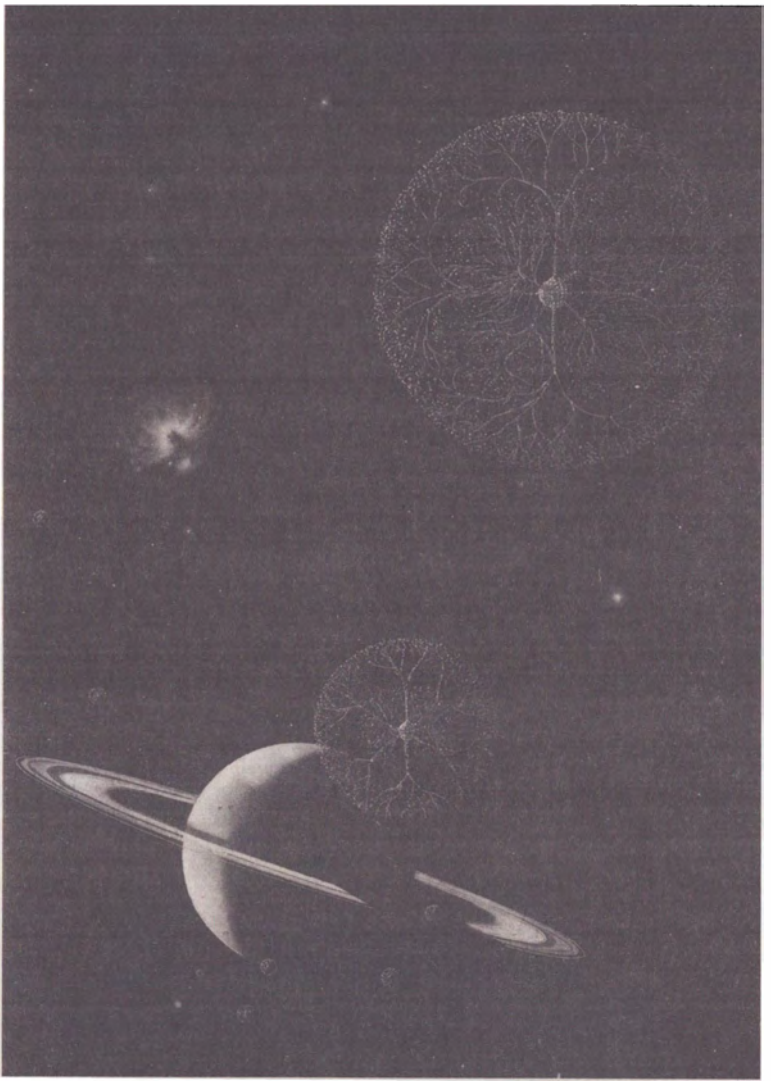
ŞEKİL XIII



ŞEKİL XIV



ŞEKİL XV



ŞEKİL XVI



ŞEKİL XVII



ŞEKİL XVIII



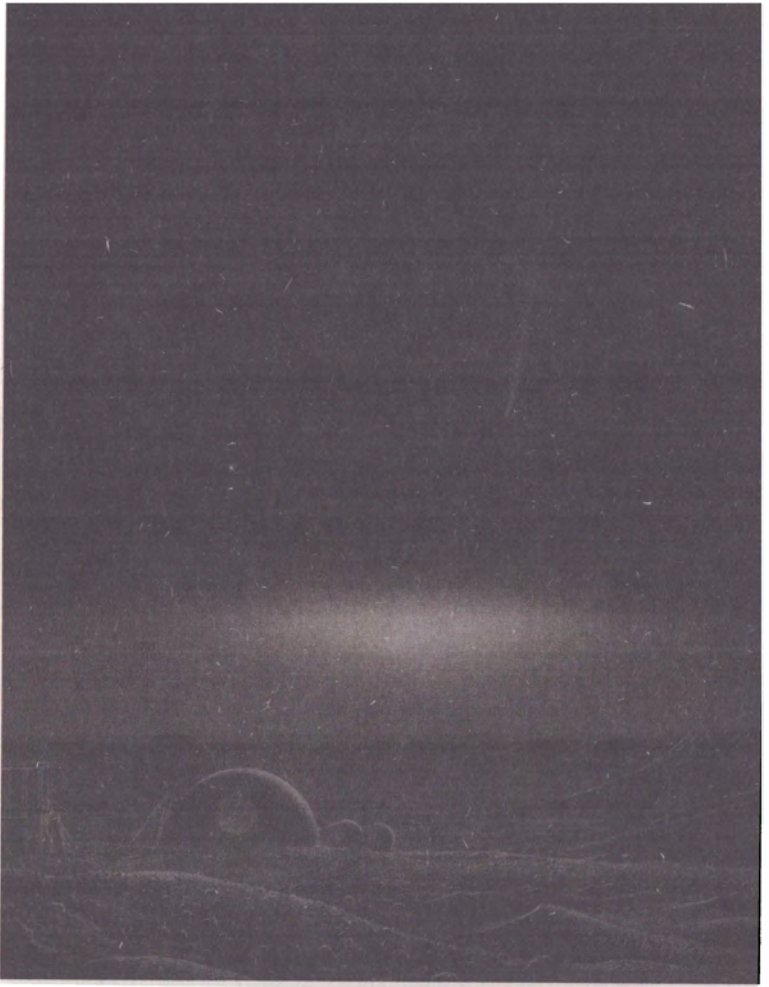
ŞEKİL XIX



ŞEKİL XX



ŞEKİL XXI



ŞEKİL XXII



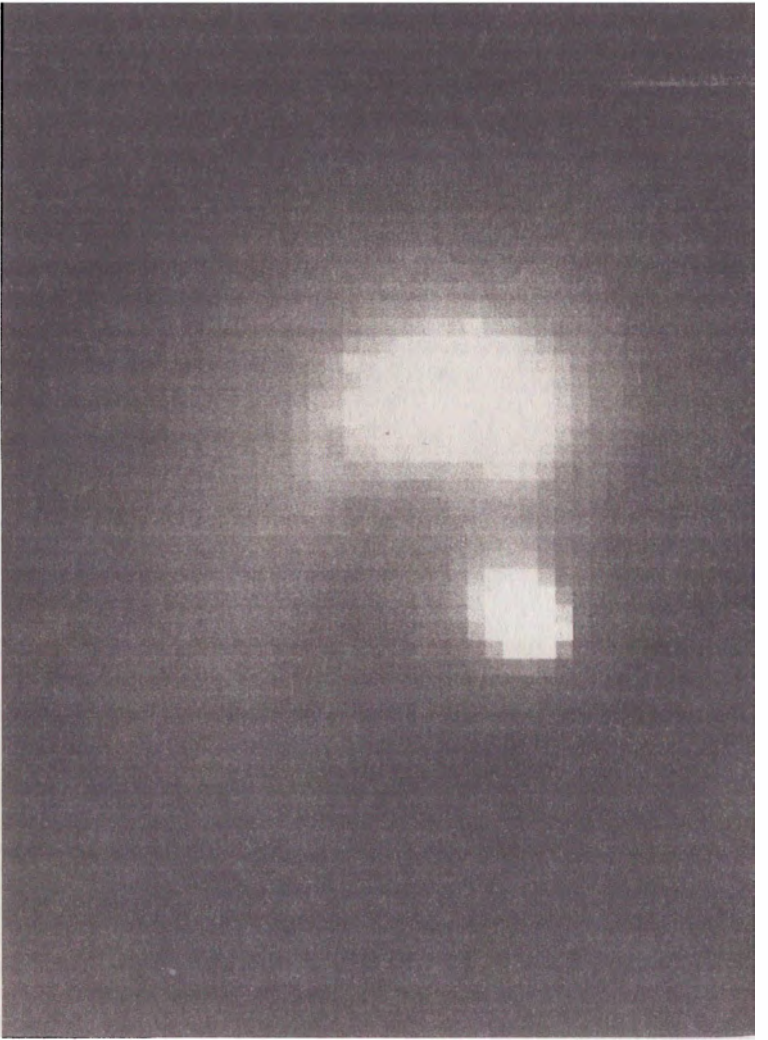
ŞEKİL XXIII



ŞEKİL XXIV



ŞEKİL XXV



ŞEKİL XXVI

Aşağıdaki çizimde (Resim 60) Büyük 1861 Kuyruklu yıldızının Güneş'e dönük tarafından püsküren birden çok toz fıskiyesine yandan bakıyoruz. Bunun yerine zihninizde, kuyruklu yıldızın Yer'e arkadan yaklaştığını, kutbunun kazara bize doğru yöneldiğini canlandırın. O zaman dönme ekseninin dosdoğru tepesinden bakıyor ve fıskiye çarkıfeleği de biz onu izlerken [fırıldak gibi] dönüyor olurdu. Geç 1996'da Hale-Bopp Kuyruklu yıldızıyla ilgili durum adeta böyledi.



60. Birden çok fıskiye 1861 Kuyruklu yıldızı çekirdeğinin güneşe dönük tarafında birbiriyle yarışıyor. 2 Temmuz 1861'de Warren de la Rue tarafından çizilmiştir. Amédée Guillemin'in *Le Ciel* ["Gökyüzü"] (Paris, 1868) adlı eserinden.

[İnsanın] kafasında {kuyruk sütunlarındaki} kavislerin kuyrukluyıldız çekirdeğinin sütunları boşaltırken dönmeyişin yol açtığı sarmal kavisler oldukları düşüncesi doğmaktadır.

—ARTHUR STANLEY EDDINGTON

Bereket, Yer'in kütle çekimi gelip geçen kuyrukluyıldızları bize doğru sürüklemekte yetersizdir. Ama ara sıra, tesadüf eseri, bir kuyrukluyıldız kesinlikle Yer'in yakınından geçecektir. Bu sadece bir sabır meselesi. Yeterince beklerseniz –söz gelişi, bir milyon yıl– çok sıra dışı kuyrukluyıldızlar bile görmeniz muhtemel. Örneğin, Satürn'le Uranüs'ün yörüngeleri arasında, California'daki Hale Gözlemevlerinden Charles Kowal tarafından 1977'de keşfedilen hayli alışılmadık bir cisim yani, Kheiron vardır. İason ve Akhilleus'u eğiten sentorun⁵⁶ [veya Kentaur] adı verilen, bir baştan bir başa üç veya dört yüz kilometre uzunluğundaki Kheiron, bilinen herhangi bir kuyrukluyıldızdan daha büyüktür. Gerçi irice asteroitlerden daha büyük değildir. Varlıklarını esasen Plüton'un ötesinde sürdüren eşi benzeri görülmemiş bir devasa kuyrukluyıldızlar topluluğunun en görünür üyesi olabilir mi? 1990'larda –bazen Kentaur asteroitleri denilen– bu tür cisimlerin büyük bir kitlesinin keşfine başlanmıştır. Kheiron koyu renklidir. Diğer Kentaur cisimleri –örneğin, Pholos [veya Pholus] – koyu renkli ve kırmızıdır. Pholos'un yansıtma özellikleri sadece karmaşık organik maddelerle kaplı bir yüzeyle bağdaşır gibi gözükmemektedir. Belki de bu dünyalar metan ve diğer egzotik uçucular gibi yüzey buzları buğulaşmış ve geride koyu renkli organik bir ortam kalmış kuyrukluyıldızlardır.

Kheiron, her birkaç bin yılda bir, Satürn'ün uzağından yörüngesine dengesizmiş gözüyle bakmaya yetecek kadar sayıda geçiş yapar. Belki de yavaş yavaş Güneş'e sokulmaya çalışıyordur ve bir gün kısa devirli kuyrukluyıldız haline gelecektir. Öyleyse Kheiron'un, Satürn ve Jüpiter'le tekrarlı rastlaşmasından sonra, bir gün iç güneş sistemine gireceğini tasavvur edin. Eğer Schwassmann-Wachmann I Kuyrukluyıldızı Jüpiter'le Satürn arasındaki

56. Sentor veya Kentaur: İnsan başlı at biçimindeki mitolojik yaratık. (ç.n.)



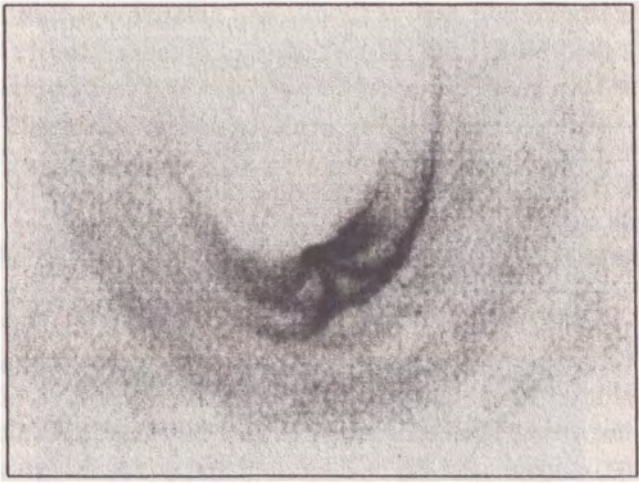
61. Hale-Bopp Kuyrukluyıldızının amatör bir astronom tarafından ışığa hassas elektronik levha [CCD] teknoloji kullanılarak elde edilen, muhtemelen çoğu farklı buzların buğulaşmasından kaynaklanan çeşitli yönlerdeki birden çok fışkırığı gösteren, sayısallaştırılmış ilk bileşik görüntülerinden biri. Tim Puckett, Puckett Gözlemevi, 1996.

o ıssız mevkiinden hâlâ köpürmeler üretebiliyor, Büyük 1729 Kuyrukluyıldızı neredeyse Jüpiter kadar uzak bir mesafedeyken çıplak gözle görülebiliyorsa, Kheiron gibi bir cisim yakın zamanda güneş sisteminin en dışından çıkıp gelse ve Yer'in yakınından geçse acaba neye benzerdi? Kheiron'da büyük ihtimalle Güneş'e yaklaştıkça pattadak buğulaşacak su buzu mevcuttur. Çok koyu renkli, belki bariz bir şekilde kırmızı, bir baştan bir başa yüzlerce kilometre uzunluğunda, birden çok toz fışkıyeleriyle muazzam bir kuyruğa sahip bir kuyrukluyıldız, Yer'in yakınından geçerken herhalde herkesin dikkatini tamamen üzerinde toplardı. Görünüşe göre, tarihte böyle bir tezahürle ilgili herhangi bir kayıt yoktur. Şüphesiz bu ender gerçekleşecek bir durumdur.

O halde daha makul bir soru soralım: Yer'e çok yaklaşan, herhangi bir şekilde dönen, fışkırtan bir kuyrukluyıldız çekirdeğiyle ilgili tarihsel bir kayıt var mı? Morehouse 1908 III Kuyrukluyıldızı hadisesinde, fışkırtıklarıyla birlikte iç saç hemen hemen bir baştan bir başa dört bin kilometreydi. Kabaca

Ay'a denk bu büyüklük aşağı yukarı tipik bir değerdir. Böyle bir kuyrukluyıldız Yer'e Ay kadar yaklaşıyorsa, saç elbette bize bir baştan bir başa az çok yarım derece yani, Ay kadar büyük görünürdü. 11 Mayıs 1983'te (anılarına hürmeten bir robot ve iki insanın adları verilen) IRAS-Araki-Alcock Kuyruklu-yıldızı gezegenimizin beş milyon kilometre uzağından yani, Ay'la Yer arasındaki mesafenin katbekat ötesinden geçmişti. Bir kuyrukluyıldızın bize Ay kadar yaklaşması için ne kadar beklememiz gerektiğini, yeni kuyrukluyıldızların iç güneş sistemine gözlenen varış sıklığından hareketle hesaplamak mümkündür. Eğer dört veya beş bin yıl beklemeye hazırsanız, bir kuyrukluyıldız çekirdeği size epeyce yakın mesafeden geçecektir. Gökyüzünde parıldayan, kavisli fışkiyeleri uzaya akan ve bütün bu maddelerin önünde sonunda ufuk çizgisinin bir başından bir başına uzanan uçsuz bucaksız bir kuyruk halinde yayıldığı, donuk, kırmızı renkli yamuk bir cismin yer tuttuğunu hayal edin. Unutulmaz bir hadise olurdu.

Kuyrukluyıldız, Yer'e gökyüzünün beklenmeyen bir diliminden yaklaşması dışında, dünyanın dört bir tarafındaki kültürler tarafından görülürdü. Şüphesiz tezahürün içine oturtulduğu –bazen dünya görüşü denilen– mitolojik bir çerçeve ortaya çıkardı. İnsanlar doğallıkla suretin bir alamet taşıdığını veya kendileri için bir önemi bulunduğunu düşünürlerdi. Bu sayede birçok kültürün sanatına, hatta belki de yer tutarak, bir kuyrukluyıldız şekli girerdi. Zamanla gerçek hadiselerin anısı yavaş yavaş ortadan kaybolabilir, hikâyeler de bulanıklaşabilirdi ama kuyrukluyıldız şekli önceki nesillerin sanatıyla kayıtlarındaki başat motif rolünü hâlâ sürdürürdü. Böyle bir tezahüre tanıklık etseydik ve bunun bize verilen bir mesaj olduğuna inansaydık, buna aldırmamaya razı gelemezdik. Binlerce yıl geçtikten sonra, kuyrukluyıldız simgesi, her neydiyse, tuhaf ve korkunç kökenlerinden tamamen kopabilir. Bilimin, okuryazarlığın ortaya çıkışından önceki bir toplumda, alışılmadık fizik içeren eşi benzeri bulunmayan bir oluşuma dair anlatılar ister istemez, binlerce yıl sonra, artık başına buyruk davranırlar.



62. Halley KuyrukluYıldızının Ricco tarafından çizilen 1910'daki yeniden belirliş resmi. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

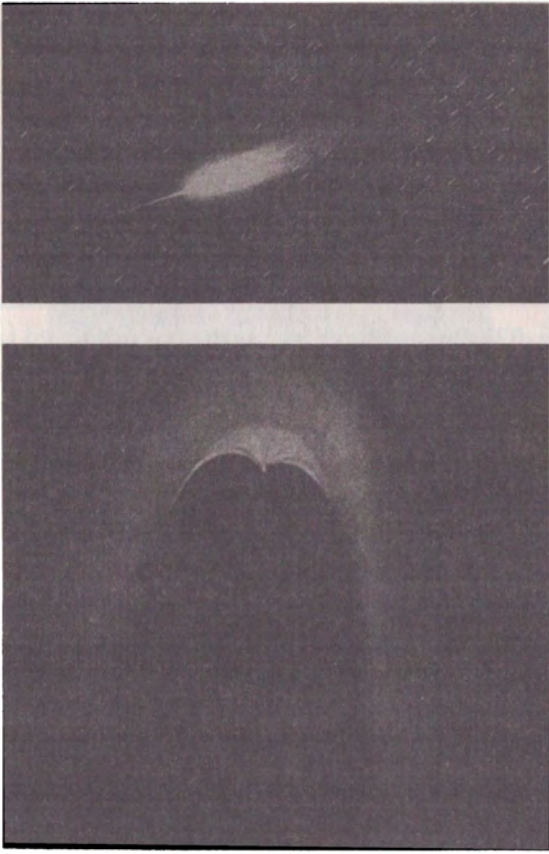
Yüzyıllar boyu ardı ardına [yayımlanan] popüler kitaplar ve makalelerdeki yetersiz kanıtlara dayalı akıl dışı iddialar nedeniyle, tarihi yıkımlara kuyrukluYıldızların Yer'le çarpışmasının yol açtığına dair kavram itibar kaybına uğramıştır. Ama en azından Halley'nin devrinden beri, kuyrukluYıldızların Yer'e çok yaklaşmasının hatta çarpışmasının ancak yeterince beklersek vuku bulacağı ortadadır. Bütün bilimsel meselelerde olduğu gibi, bu da kanıtların niteliğine bağlıdır. İhtiyatla ilerlememiz gerektiğinin farkındayız.

Bu konuda akıl yürütmenin dayanılmazlığı pekâlâ anlaşılır. KuyrukluYıldızlar son birkaç nesilde [Yer'e] yaklaşmışlarsa, o halde tarihsel zaman boyunca, gerçekten kallavi bir kuyrukluYıldız insanların akıllarında kalan herhangi bir şeyden katbekat daha muhteşem bir görünüşle, haydi haydi Yer'in üstüne üstüne de gelmiştir. Bundan dolayı size göre bir kuyrukluYıldızla atfedilebilecek bir şey buluncaya kadar, mit sanatı ve edebiyatında veya jeolojik kayıtlar arasında dört dönersiniz. Sonra bir kitap yazarsınız. Nitekim, ABD Kongre üyesi, Minnesota vali yardımcısı, insan hakları ve doğanın korunması taraftarı Ignatius Donnelly, bunun için 1883'te *Ragnarok: The Age of Fire and*

Gravel [Ragnarok: Ateş ve Çakıl Çağı] adlı çığınca tutulan bir eserde dünyanın her yerindeki kalın kil yataklarının, Yer turlayan bir kum yığını modeline (6. Kısım) benzer şekilde meydana gelen bir kuyrukluyıldızdan geçtiğinde gökten yağdığını ileri sürmüştü. Ne var ki kil [yatakları] rahatlıkla bilinen jeolojik süreçlerin sonucunda ortaya çıkmıştır ve çoğu hiçbir dünya dışı kökenli atomik veya moleküler bileşim emaresi göstermez. Ayrıca kuyrukluyıldızlarla ilgili kum yığını modelinin, Donnelly'nin devrindeki uzman uzlaşmasına rağmen, artık geçersiz kılındığı bilinmektedir. Ya da bir başka örnek vermek gerekirse, Immanuel Velikovsky adlı bir Rus-Amerikan psikiyatır, antik mitlerde [kutsal kitaplarda] bahis konusu edilen Mısır Belâları, gökten inen nur ve diğer bölük pörçük [bilgilerin] Yer'e çok yaklaşan bir kuyrukluyıldızdan kaynaklandığını ileri sürmüştü. Ancak bir kuyrukluyıldız böylesi hikâyelerin hemen hemen ne yegâne akla uygun ne de en muhtemel açıklamasıdır. Ayrıca Velikovsky'nin hipotezleri hatadan geçilmez.

Gene de klasik eser yazarlarının, en azından zaman zaman, olağanüstülerin yanı sıra olağan kuyrukluyıldız hadiselerinin de eksiksiz tasvirlerini yaptıklarını düşünmek için birden fazla neden vardır. Örneğin, tarihçi Ephoros MÖ dördüncü yüzyılda MÖ 371'de ikiye ayrılan bir kuyrukluyıldızla ilgili bilgi vermişti. Müteakip yazarlar, hayli kuşku duymalarına rağmen, Ephoros'tan alıntı yapmışlardı. Seneca ve Plinius'un devrine kadar parçalara ayrılan başka kuyrukluyıldız örnekleri ortaya çıkmamıştı ama bir kuyrukluyıldızın bir zamanlar ikiye ayrıldığına dair bir kayıt günümüze kadar sağ salim aktarılmıştı. Bugün –Biela Kuyrukluyıldızı ve güneşi yalayarak geçenler sayesinde– parçalara ayrılmanın meydana geldiğini biliyoruz. Ephoros aklandığı gibi, alışılmadık kuyrukluyıldız hadiselerinin binlerce yıl sonrasına eksiksiz bir şekilde aktarılabilceğini de öğrenmiş bulunuyoruz.

Yüzyılımızda Halley Kuyrukluyıldızının yörüngesiyle ilgili, kuyrukluyıldızın geriye doğru yani, MÖ 240'a kadarki her bir tezahürünün tarihiyle gökyüzündeki konumuna dair öngörülere de –daha doğrusu sonradan görüleri– içeren, Newton yasalarına uygun kapsamlı hesaplar yapılmıştır. Hesaplanan bu her tezahür için antik kroniklerde söz konusu tarihte gökyüzünün öngörülen bölgesinde parlak bir kuyrukluyıldız görüldüğüne



63. Üstte: 25 Nisan 1957'de Arend-Roland (1957 III) Kuyruklu yıldızı. Fotoğraf: H. Neckel, N. B. Richter'in *The Nature of Comets* ["Kuyruklu yıldızların Doğası"] (Methuen, 1963) adlı eserinden. Altta: Büyük 1861 Kuyruklu yıldızının Warren de la Rue tarafından çizilen 2 Temmuz 1861'deki hali. Amédée Guillemin'in *Les Comètes* ["Kuyruklu yıldızlar"] (Paris, 1877) adlı eserinden.

ilişkin inandırıcı kanıtlar mevcuttur. Teoriyle gözlem arasındaki bu uyum, Newton kütle çekimi yasasına halihazırdaki yüksek güvenimizi pekiştirmekle kalmayıp antik Çinli, Koreli, Japon, Babilli ve Avrupalı kronikçilerin kesinlik ve dikkatine gösterdiğimiz saygıyı da tazelemektedir. Her ne kadar bu saygı kuyruklu yıldızların ejderhalar, kılıçlar veya yüzlerle dolu tasvirlerini enikonu kabullenmeyi kapsamasa da bu saygı, kuyruklu yıldız

şekillerinin tarihi tasvirlerinde uzayın derinliklerinden gelen bu kendine özgü ziyaretçilerin doğa tarihine dair bizim için saklanan bir şey bulunabileceğini akla getirir.



64. Secchi tarafından çizildiği haliyle Tebbutt (1861 III) Kuyrukluyıldızı. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

Plinius bir kuyrukluyıldızın görünüşüyle ilgili “doğrudan doğruya bakılamayacak kadar parlaktı; kır saçlı bir beyazdı ve insan şeklindeki bir tanrıyı andırıyordu” diye not düşmüştü. Buna ne anlam vereceğiz? Bir kuyrukluyıldızın bu kadar parlaması için, saçla kaplı bulunması ve Yer’in yakınından geçmesi gerekir. Mümkün değil diyemeyiz. Saçın yapılandırması karmaşık olabilir ve bir insan şeklini akla getirebilir. Ama kır saçlı bir kuyrukluyıldız tanrısı kesinlikle Yer’in ne mitinde ne de sanatında bu kadar büyük ölçüde yaygındır.

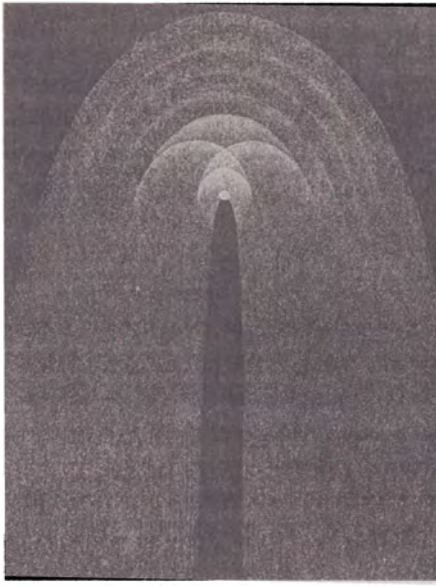
Plinius şu kelimelerle bir başka kuyrukluyıldızı daha tarif etmişti: “Sanki bir atın yelesi, çok hızlı hareket ediyor, kendi çevresinde dönen bir daire gibi”. Antik kayıtlarda zaman zaman dönme temasıyla kuyrukluyıldızlar arasında bağlantı kurulmuştur. Epigenes kuyrukluyıldızların hortumlar içinde doğduklarını ileri sürmüştü. Seneca’ysa bu görüşü haklı olarak elinin tersiyle itmişti ama civardaki dönen, fışkırtan bir kuyrukluyıldız çekirdeği büyük ölçüde bir hortuma benzeyebilir. Seneca’nın itirazları arasında hortumların çok kısa sürelerinin bulunduğu ve [kendi eksenleri çevresindeki] dönme hareketlerinin Yer’in etrafındaki gök cisimlerinin hızlı geçişleri yüzünden bozulacağı vardı. Se-

neca Yer'in döndüğünü bilmiyordu. Nitekim, şöyle demektedir: "Hortumun şekli yuvarlaktır... bu nedenle çevrik {farazi kuyruklu yıldız hortumu içindeki} ateş bir hortum gibi olmalıdır. Gene de ilki ince uzundur ve dağınıktır ayrıca hiç de yuvarlak şekilli bir şeye benzemez". Belki Seneca ve Epigenes sadece kuyruklu yıldızların farklı yönlerini –Seneca saç ve kuyruğunu, Epigenes'se hızla dönen çekirdeğin yakından görünüşünü– tarif ediyorlardı. (Teleskopun icadından önce, dönmenin açık seçik görülebilmesi için kuyruklu yıldızın Yer'in çok yakınına gelmesi gerekirdi.) Bundan dolayı, gökyüzüyle ilişkilendirilen, dönmeye delalet eden yaygın bir antik simgenin olup olmadığını soruyoruz. Deneme kabilinden böyle bir simge bulunduğunu ileri sürüyoruz: Gamalı haç [svastika].

Tek bir merkezden çıkan dört kıvrık kol simgesi, Almanya'daki Nazi rejimi tarafından resmen benimsenmiş ve dehşetle anlamdaş kılınmıştı. Nazilerin insanlığa karşı işlediği suçlar, üzerinde yeterince kafa yorulmasa bile, gereğince belgelenmiştir. Naziler, gelip geçmelerinden uzun bir süre sonra dahi, ülkeler arasındaki dostça ilişkileri zehirlemeye devam etmektedirler. Ancak, Nazilerden çok önceleri, gamalı haçların fıkır fıkır kaynadığı, bunları gezegendeki neredeyse her kültürün iyicil bildiği bir devir vardı. Yapabiliyorsanız bir an için bu simgenin Nazilerle bağlantısını göz ardı etmeye çalışın ve bunu tek başına ele alın.

1979 yılında, *Cosmos* [Kozmos] adlı televizyon dizimiz için, Pongal adı verilen mevsim dönümü [kış gündönümü] kutlamalarının filmini çekmek üzere Hindistan'daydık. Güney Hindistan'ın Dravid dillerinin konuşulduğu bölgesinde [Tamil Nadu] yer alan Thanjavur'daki [eskiden Tancor] Hindu köylülerinin alicenaplık ve nezaketleri bizi derinden etkilemişti. Gelgelelim, eşiklerine sevinçle tebeşirle gamalı haç çizmeye başlayınca irkilmiştik. Açıklamalarına göre, bu bir antik uğur simgesiydi. Gerçekten de öyleydi.

Troya'nın en derindeki bu yüzden de –MÖ 3000'e yani, erken Tunç Çağı kadar geçmişe dayanan– en eski iki katında gamalı haçlardan eser yoktur; ancak Troya'nın kâşifi Heinrich Schliemann, MÖ ikinci bin yıl kadar eski üçüncü veya yanık şehir adını verdiği kattan itibaren, bunlara her yerde rastlamıştı. Çin'de Tang Hanedanı döneminde bu önemli simgenin halk tarafından



65. Chambers tarafından çizilen Coggia (1874 III) Kuyrukluyıldızı. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

yanlış kullanımı öyle bir hal almıştı ki, bir imparatorluk fermmanı ile ipekli kumaşlara gamalı haç işlenmesinin yasaklanması gerekmişti. Batı Hindistan'da Budistlerin ibadet amacıyla kullanıldıkları oyuklar vardır; buralarda kayalara kazınan çoğu yazıtın başında veya sonunda bir gamalı haç mevcuttur. Bütün canlıların kutsallığına saygılarından ötürü Nazilerin karşı kutbunda yer alan Hindistan'daki bir dini cemaat olan Caynacılar, gamalı haçı "bir kutsama ve hayr işareti" diye kullanırlar. Bu işareti aynı amaçla Japonlar da bir zamanlar tabutlarının üstüne koyarlardı. Londra'da yayımlanan *The Times* gazetesinin 1904'teki Tibet'le ilgili bir yazısında "az sayıda beyaz, elden geçirilmiş kat kat derme çatma ev... Her birinin kapısında beyaz renkli uzun kollu bir gamalı haç ve üstünde kabaca boyanmış bir topla bir ayça" yani, Güneş'le Ay'ı temsil eden [şekiller bulunduğu] tasvir edilmektedir. Battaniyelerin, boncuk işlerinin, çanak çömleğin ve diğer elişlerinin üstündeki gamalı haç, bir zamanlar Kuzey Amerika yerli halklarının yaygın, neredeyse tipik simgesi idi.

United States National Museum [Birleşik Devletler Ulusal Müzesi] Tarihöncesi Antropoloji Bölümü küratörü Thomas Wilson 1896'da şöyle yazmıştı:

Dini bir simge mi, bir hayr veya uğur tılsımı mı ya da sadece bir süs mü anlamış değiliz. Gizli, esrarengiz veya simgesel bir anlamı var mı bilmiyoruz. Ama bütün saflığı ve sadeliğiyle, bir tarihöncesi veya Şark Gamalı Haçının, Kuzey Amerika kıtasının iç tarafında büyük Amerikan çölünde [yaşayan] Yerlilerin mistik törenlerinden birinde ortaya çıktığı gün gibi açıktır.

Aynı garip simge başkalarının yanı sıra, Hindistan'ın, Çin'in, Güneybatı Amerika'nın, Mayaların, Meksika'nın, Brezilya'nın ve Türkiye'nin antik kültürlerinde yer etmiş olabilir ki? Gamalı haç, Tunç Çağı Avrupa'sında Arktik'ten Akdeniz'e yaygın bir şekilde kullanılıyordu, Demir Çağı'nda Etrüsk, Mykenai [veya Miken], Troya ve Hitit uygarlıklarına yayılmıştı. Kelimenin [*svastika*] kendisi Sanskritçedir:

Kök kelime *svasti* tamı tamına esenlik anlamına gelir. Gamalı haç *işareti* ona bu *ad* verilmeden çok önceleri mevcut olmalıydı. Muhakkak ki, Budist dininden de Sanskritçeden de çok önceleri varolan bir işaretti...

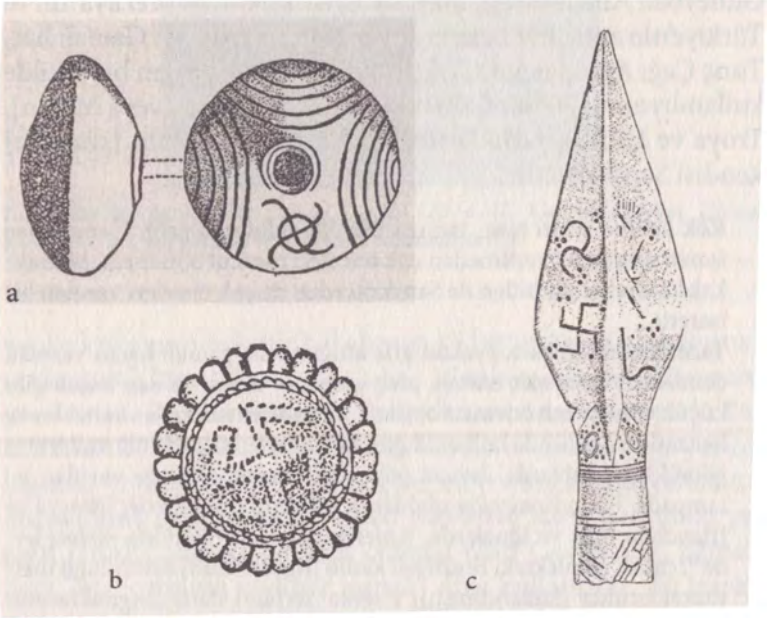
Tarihöncesi dünya topyekûn göz attığımızda, gamalı haçın vazolar, çömlekler, ecza, alet edevat, araç-gereç, ev eşyası ve kap kakak gibi küçük ve nispeten önemsiz objeler... ve nadiren heykeller, sunaklar ve benzerleri... üstünde kullanıldığını fark ederiz. İtalya'da ölü küllerinin gömüldüğü kaplarda, İsviçre göllerinde çanak çömleğe vurulan ısıtampada, İskandinavya'da silahlarda, kılıçlarda, vesairede; İskoçya ve İrlanda'da broş ve iğnelerde, Amerika'da mısır öğütülen *metate*'lerde⁵⁷, çanak çömlekteki Brezilyalı kadın [figürlerinin] örtündüğü incir yapraklarında {kullanılmıştı}; Pueblo Yerlileri dans çingiraklarının üstüne, Kuzey Amerika Yerlileri Arkansas ve Missouri'de höyük inşa ettikleri devirde sarmal şeklinde çanak çömleklerinin üstüne resmetmişlerdi; Tennessee'deyse deniz kabuklarına kazımışlar, Ohio'daysa en sade normal şekliyle bakır levhalara oymuşlardı... Amerika'daki yerlilerin bunu dini anıtlarına, antik tanrılarına, putlarına veya diğer kutsal ya da el üstünde tuttıkları objelere yansıttıklarına rastlamadığımızdan, burada dini bir simge olarak kullanılmadığını ileri sürmekte kendimizi haklı bulmaktayız... Durumun yaygın kullanım lehine ağır basmasından ötürü, öyle görünüyor ki, Budistler ve ilk

57. "Göce taşı" yani bir tür el değirmeni. (ç.n.)

Hristiyanlarla Kuzey Amerika Yerlilerinin az çok kutsal törenleri dışında, gamalı haçın kutsal sayılma veya el üstünde tutulma niteliğiyle ilgili bütün iddialardan vazgeçilmelidir.

Aşağıdaki [alıntı] Wilson'ın gamalı haç etnografisiyle ilgili klasik eserindendir. Wilson gamalı haçın kültürden kültüre yayılım yoluyla geçtiği düşüncesinden kuşkuluydu:

İşaret Amerika'daki yerliler arasında Hindistan'daki adıyla, Svastika adıyla anılsaydı, bağlantı ve iletişim kanıtları adamakıllı güçlenirdi. Hindistan'da temsil ettiği dine Amerika'da rastlansaydı, kanıtlar zincirine tamamlanmış gözüyle bakılabilirdi.



66. (a) Troya'da yüzlerce bulunan gamalı haçla süslenmiş iğlerden biri. Thomas Wilson'ın *The Swastika: The Earliest Known Symbol and Its Migrations; With Observation on the Migration of Certain Industries in Prehistoric Times* ["Gamalı Haç: Tarihöncesi Devirlerde Bazı Endüstrilerin Göçüne Dair Gözlemlerle Birlikte, Bilinen En Eski Simge ve Göçü"] (Smithsonian Institution, Washington, D.C., 1896) adlı eserinden. (b) Altından bir Etrüsk "bulla'sı" [süs takısı] üstündeki gamalı haç simgesi. Wilson'ın adı geçen eserinden. (c) Almanya'daki, Brandenburg şehri yakınlarında ortaya çıkarılan, üstünde dört dik açılı kollu gamalı haç ve üç deveboynu kollu gamalı haç gibi simgeler bulunan bir Demir Çağı mızrağı. Wilson'ın adı geçen eserinden.

Zaten durum böyle değildir. Öte yandan, Wilson gamalı haçın kesinlikle bütün dünyada kendiliğinden ortaya çıkabilecek kadar basit bir desen olmadığını ileri sürmektedir:

Bunun kanıtı olarak, onun [gamalı haçın] yaygın bir şekilde kullanılmadığı, Hristiyan toplumlar arasında neredeyse bilinmediği, hiçbir modern Avrupalı veya Amerikan dekorasyon işi tasarımına dahil edilmediği gibi, hiçbir şekilde lafının dahi geçmediği, diğer ülkelerin sanatçıları veya dekoratörlerince de ne bilindiği ne de uygulandığı gerçeğini tekrarlıyorum...

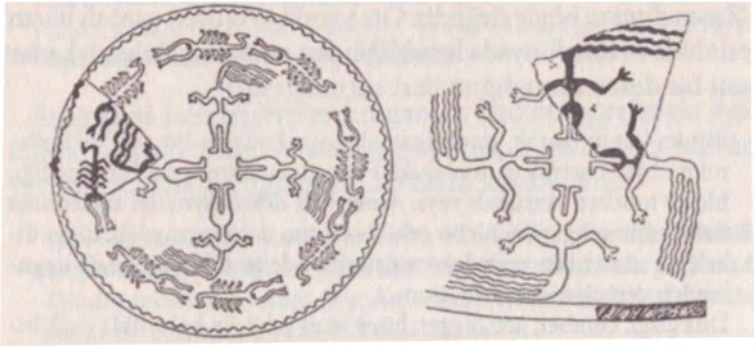
Düz çizgi, çember, artı, üçgen birer basit şekildir, kolaylıkla çizilebilir ve ihtimal ki ilkel insanın her çağında, yerkürenin her bir yöresinde tekrar tekrar keşfedilip durmuştur, her seferinde az çok bir şey ifade etmiştir, farklı toplumlar arasında veya aynı toplumlar arasında farklı zamanlarda farklı anlamlara gelmiştir; ya da değişmez veya kesin bir şey ifade etmemiştir. Oysa Svastika muhtemelen belirli bir amaçla yaratılan ve [içerdiği] bilgi elden ele aktarılarak, süregelen veya ardışık bir anlama sahip ilk şekildi...

Bu gerçek bir bilmecedir: Ne sanatçının zihninde kendiliğinden beliren ne de esas itibarıyla kültürden kültüre geçen, binlerce yıllık bir simge. Bu, “Çözüksüz bir sorun.” kanısına varan, Schliemann’ı da hayrete düşürmüştü. Ve belki de öyledir. Ancak gamalı haç aslında göklerdeki bir şey, birbirinden hayli uzaktaki kültürler tarafından bağımsız bir şekilde tanıklık edilen bir şeydiyse, muhtemelen sırrına da erilebilir.

Gamalı haçın daha eski tasvirlerinde, çoğunlukla kolların [tam] bükük değil kavisli olduğu görülür; buna deveboynu gamalı haçı denir. Schliemann, Troya’da ortaya çıkardığı gamalı haçların anlamı üzerinde kafa yorarken, bunda bir fırıl⁵⁸ resmetme girişimi gördüğünü düşünmüş ve hareket yönünün her zaman dönmeyi izleyen kolların yönüyle belirlendiğini ileri sürmüştü. Ama neyin dönmesini izlediği hakkında herhangi bir varsayımda bulunmamıştı.

İlgili bilimsel yazıların içine işleyen bir başka ikilemse, gamalı haçın bir taraftan gökyüzündeki parlak bir şeyle bağlantılıymış, diğer taraftan Güneş’ten açıkça ayrı bir şeymiş gibi görülmesidir. Kont Goblet d’Alviella, gamalı haçın bu yönüyle ilgili çoğun-

58. Fırıl: Daha çok kuantum fiziğinde kullanılan ve ögecikaltı (atomdan küçük) parçacıkların kendi eksenleri çevresinde dönmesini ifade eden terim. (ç.n.)



67. Antik Samarra'da bulunan çanak. Siyahla gösterilen figürlere sahip kırık, desenin tamamı hakkında bir sonuç çıkarma çabası sırasında kullanılmıştır. Kont Eugène Félicien Albert Goblet d'Alviella'nın *La Migration des symboles* ["Simgelerin Göçü"] (Paris, 1891) adlı eserindeki örnek alınmıştır.

lukla abartılı bilimsel tartışmalara renk katmak için, 1891'de şunu ileri sürmüştü: Gamalı haçın kolları "hareket halindeki ışıklardır". Onunla en yakından ilişkilendirilen imgeler Güneş'i veya Güneş tanrılarını temsil eder. Gamalı haç bazen Güneş'in tasvirlerinin yerini alır. Goblet d'Alviella, bundan gamalı haçın Güneş anlamına geldiğini çıkarır. Önemli bir kanıt gamalı haç simgesinin gün kelimesinin yerine geçtiği bir Trak sikkesidir. O, bunun gamalı haçın "ışık veya gün düşüncesiyle" dört dörtlük bir özdeşleşmesi olduğuna inanır. Oysa eleştirmenlere göre, Güneş için ek bir simgeye gerek yoktur, ayrıca gamalı haç kesinlikle Güneş'i andırmamaktadır. Amerika Yerlilerinin bazı sikkelerinde gamalı haç büyük Güneş haçından ayrı ama onunla eşit önemde yer almaktadır. Kördüğüm.

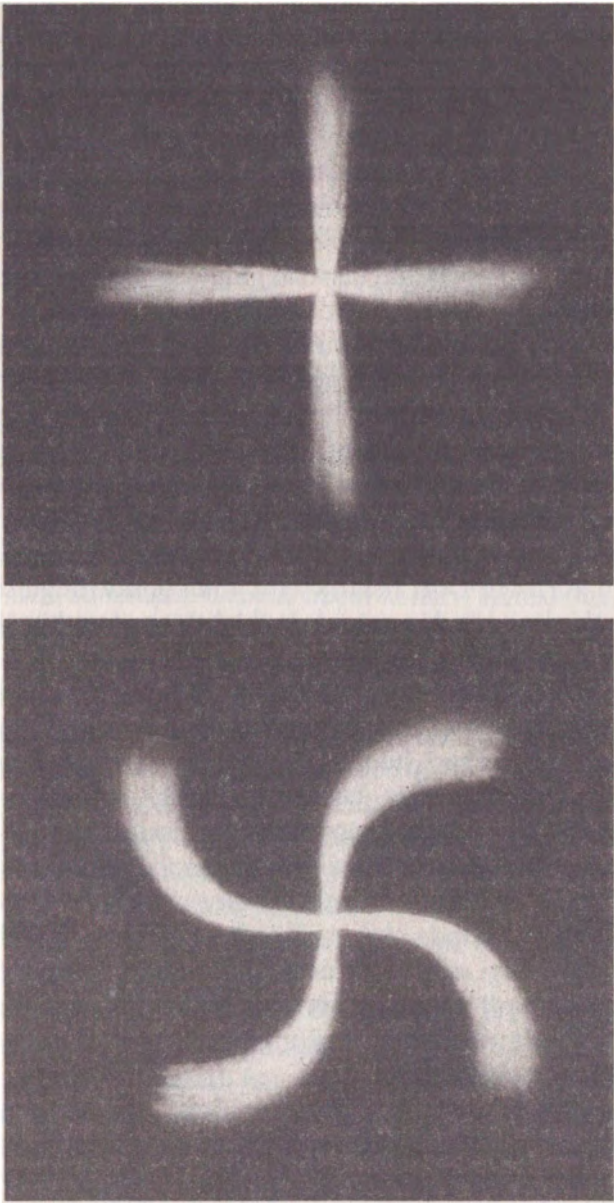
Sanki bu sorunların hepsi, bir zamanlar Yer'in göklerinde dönen, dünyanın her yerindeki insanlar tarafından tanıklık edilen parlak bir gamalı haç vardıysa halledilebilecektir. Normalde, kavram astronomik gerçeklikten çok uzak gibi görünmektedir. Bu durum gamalı haçın kökeni hakkında merakla düşen başkalarınca kesinlikle göz önünde bulundurulmuştur bulundurulmasına ama hiç kimse daha ileri gitmemiştir ve basit bir nedenle. Çünkü artık gök kubbede alevli bir gamalı haça uzaktan yakından benzer bir şey yoktur. Ancak bu nokta-

da böyle bir mucizeye yol açma potansiyeli olduğunun farkına varmak için astronomların nesiller boyu eskiz ve fotoğraflarla kaydettiği bir kuyruklu yıldız çekirdeğinin püsküren fiskeyelerini incelemek yeterlidir.

Zihnımızde şöyle bir şey canlandırıyoruz: MÖ ikinci binyılın başları. Muhtemelen Hammurabi Babil’de kraldır, Mısır’a III. Sesostris veya Giri’te Minos hükmetmektedir. Büyük bir ihtimalle bugün herhangi bir ünlü şahsiyetle ilişkilendirilmeyen bir devirdir. Yer’deki bütün insanlar günlük işleriyle meşgulken, dört aktif sütunuyla fırıl fırıl dönen bir kuyruklu yıldız belirir. İnsanlar başlarını kaldırdıklarında dönme eksenine tepesinden bakıyorlardır. Gün ışığı tarafında ekvatorun çevresine simetrik olarak dizilen dört fışkırık –kuyruklu yıldızın hızlı dönüşü nedeniyle– bir döner bahçe fiskeyesinde meydana geldiğini rahatlıkla görebileceğiniz örüntüler gibi kavisli sütunlar üretir. Gözlemciler, ona gamalı haçın mutata tasviri için baktıklarında, çarkıfeleği muhtemelen saat yönünün tersine döner halde, kolların da onu izlerken görürler. Dört fışkırık aynı anda püskürdüğü sürece Yer’in sakinleri, gündüz ışığında belki de bir miktar küçülmüş, parlak bir gamalı haça tanıklık ederler.

Gamalı haça insana benzer bir şey vardır. Ona hareket halindeki kollar ve bacaklar gözüyle bakarız. Normalde doğada bulunmayan hem basit hem de ilgi çeken az sayıdaki simgeden biridir. Ona benzer bir şey –kendinden tahrikli, canlı, neredeyse amaç güden bir şey– gece göğünüzde toz fiskeyeleri ve örtüleri arasından yavaş yavaş ortaya çıksaydı şüphesiz bu deneyimi kayda değer bulurdunuz. Anlamı, dini açıdan önemi, neye delalet ettiği hakkında akıl yürütürdünüz. İnsanlar başkaları onunla ilgili bilgi edinsin, mucize unutulmasın diye simgeyi kâğıda dökerlerdi. Onu ister bir uğur işareti isterse felaket habercisi gibi görün, kimsenin size bu şeyin önemli olduğunu açıklaması gerekmez.

Gamalı haç şekli birçok kuyruklu yıldızda görülen ve büyük bir teleskop kullanılarak kısa poz fotoğrafçılıkla ortaya çıkarılan çarkıfelek yapısından çok farklı değildir. Bennett 1970 II Kuyruklu yıldızı bunun yakın geçmişteki bir örneğidir. En azından Bennett Kuyruklu yıldızında çarkıfeleğin rengi, yapının tozun içinde yer aldığını akla getirecek şekilde sarıydı. Bu şekillere



68. Dönmeyen bir kuyrukluyıldız çekirdeğinin aydınlanmış (üst) yarım küresinin [çevresine] simetrik olarak dizilen dört fışkırık (üstte). Çekirdek (bu şematik resimde saat yönünün tersine) fırıl fırıl dönüyor olsaydı, kollar dönüşü izler ve gamalı haça benzer bir şey meydana gelirdi (altta). Diyagram: Jon Lomberg/BPS.

bakıp Yer'in yakınından yeteri kadar fırlıdak gibi dönen, püs-küren kuyrukluyıldız geçerse, önünde sonunda hiç değılse bir tanesinin gamalı haç benzeri bir görünüm arz edeceğine razı gelirsiniz. Ancak bu iddia tek başına sizi veya bizi simgenin kuyrukluyıldızdan kaynaklandığı konusunda ikna etmeye yetmez. Çünkü bu kadar spekülâtif bir konuda en azından daha doğrudan bir kanıtâ ihtiyâç vardır.

Bu şartlarda en uzun titiz kuyrukluyıldız gözlem geleneğine sahip o kültürde apaçık, görünüşte kesin bir gamalı haç tasvirinin sadece bir başka kuyrukluyıldız [diye nitelendirildiğini] fark etmek son derece etkileyicidir. Çin'de Han Hanedanı'nın Mawangdui'deki mezarında bulunan antik ipek kuyrukluyıldız şekilleri atlasında boy gösteren yirmi dokuzuncu ve son kuyrukluyıldızın durumu böyledir (2. Kısım). MÖ üçüncü veya dördüncü yüzyıldan kalmaz ama çok daha eskiden beri yapılması gereken gözlemlerin bir antolojisidir. Yirmi dokuzuncu kuyrukluyıldıza "Di-Xing", "uzun kuyruklu sülün yıldızı" adı verilmiştir. Açıklaması yirmi dokuz açıklamanın en uzunudur çünkü gamalı haç kuyrukluyıldızı benzersiz bir şekilde farklı farklı yorumların konusu olmuştur. Bu kuyrukluyıldız değışimle ilişkilendirilmiştir: "Baharda belirmesi bereketli hasat demektir, yazın [belirmesi] kuralık demektir, sonbaharda [belirmesi] sel demektir, kışın [belirmesi] küçük savaşlar demektir." Bu alametler elbette hayal ürünüdür ama gamalı haçın bir kuyrukluyıldız tezahüründen kaynaklanması artık bize ciddi bir ihtimalmiş gibi gelmektedir. Bu bağlantı antik kültürlerin az dikkat çekmiş başka eserlerinde de kurulmuş muydu merak ediyoruz.

Bir vakitler gamalı haç dünya çapında yayılmayı başarmıştı ve mutâ kuyrukluyıldız özniteliklerinin aksine neredeyse her yerde iyicil sayılmıştı. Binlerce yıl sonraysa Nazi usulü ırkçılık ve yağmacılık ortaya çıkıp Kuzey Avrupa'nın sözde üstün, sözde ırksal açıdan homojen halklarını temsil edecek bir simgenin peşine düşmüştü. Zaten kendilerini, MÖ ikinci binyılın ortalarında koyu tenlilerin [yaşadığı] Hindistan'ı istila eden açık tenli Perslere özenerek, Ariler diye adlandırıyorlardı. Naziler döneminde gamalı haç üniformalara, silahlara, kırtasiyeye, hava taşıtlarına ve çeşit çeşit örgüt alametlerine kazınmıştı. Dünyanın her yerindeki çocuklar bu simgeyi çizmek için alıştırmâ yap-

mışlardı. Naziler gamalı haç uğruna on milyonları katletmiş ve insanların küresel uygarlıklarını hatta belki de insan türünü yok etmeye güçlerinin yettiği bir çağda yol göstermişlerdi. Buğulaşan buzdan bir çarkıfelek Yer'in göklerinde benzersiz



69. MÖ üçüncü veya dördüncü yüzyıl Çin'inden kalma Mawangdui ipeğinde gösterilen son yedi kuyrukluyıldız. Gamalı haç şeklindeki ilk türün açıklamasındaki hiçbir şey gösterilen diğer kuyrukluyıldızlardan esas itibarıyla farklı sayıldığına delalet etmemektedir. Wen Wu. "Ma Wang Tui po shu 'T'ien wen ch'i hsiang tsa chan' nei jung chien shu" ve "Ma Wang Tui Han ts'ao pos shu chung to hui hsing t'u." 2. Cilt, s. 1-9. (Pekin, Wen wu ch'u pan she, 1978).

Bu ışıldayan fışkırmanın hem şeklinde hem de çekirdekten çıkış yönünde, eşsiz ve geçici değişimler ortaya çıktı, farklı evreler birbirini o kadar çabucak izliyordu ki, peş peşe gelen hiçbir gecede görünüşler benzemiyordu. Bir ara salınan gaz tek parçaydı ve çekirdekten uzak düşmenin dar sınırları içinde kalmıştı. Diğer zamanlarda, yassı bir ağızdan çıkan bir gaz parlamasına benzeyerek yelpaze veya çatal kuyruk şeklini almıştı; başka zamanlardaysa iki, üç, hatta daha fazla fışkırık farklı yönlerde oklanmıştı.

-JOHN HERSCHEL, "ON THE APPARITION OF HALLEY'S COMET" ["HALLEY KUYRUKLUYILDIZININ TEZAHÜRLERİ ÜZERİNE"], OUTLINES OF ASTRONOMY [ASTRONOMİNİN ANA HATLARI], LONDRA, 1858

bir azametle belirmiş ve 3.500 veya 4.000 yıl sonra –aradaki bütün insan nesilleri boyunca akıllarda kalan– şekli hâlâ hem iyiliği hem de kötülüğü simgelemek amacıyla kullanılmaktadır. Uzaya baktığımızda kendi mizacımızın birçok çeşidinin geri yansıdığını görüyoruz.

II. bölüm
kuyrukluyıldızların
kökenleri ve kaderleri

11. kısım

bir trilyon dünyanın göbeğinde

Kuyruklyıldızlardan başka kaç cisim sinsice hareket edip, asla insanların gözleri önüne serilmez! Çünkü tanrı her şeyi insan için yaratmıştır.

–SENECA, NATURALES QUAESTIONES [DOĞA ARAŞTIRMALARI], 7. KİTAP,
“KUYRUKLUYILDIZLAR”

Güneş’ten uzakta ve sönük ve de kuyruksuz olmaları yüzünden gözümüzden kaçabilecek, çok daha fazla kuyruklyıldız bulunduğu konusunda şüpheye düşmek için nedenimiz var.

–EDMOND HALLEY, TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF
LONDON, CİLT 24, SAYFA 882, 1706

Eskiler gezegenlerin görünmez mekanizmalara –birbirine inceden inceye eklenmiş ve iç içe geçmiş saydam kristal kürele- re– tutturulduklarını sanırlardı. Bugün eskilerin yanıldıklarını biliyoruz. Gezegenler, Güneş’in çevresinde sadece Newton kütle çekiminin görünmez elinin yönlendiriciliğiyle döner. Bazı dünyalar taştan, bazıları gazdan, bazıları buzdan mürekkeptir ve Merkür’den Plüton’a kadar kristal küreye benzer hiçbir şey yoktur. Buna rağmen güneş sistemini, en dıştaki gezegenlerin yörüngeleri bile seçemeyeceğimiz kadar ufalacak şekilde, Güneş bile Yer’den görülen en parlak yıldızlardan daha fazla ışıdamayan bir ışık noktası halini alacak şekilde, akıl almaz bir hızla terk ettiğimizi zihnimizde canlandıralım. İşte o zaman bir kristal küreyi andıran ama paramparça bir şeyle –trilyon tane buz parçası ve kırıntısından meydana gelen bir bulutla, yıldızlar

arasındaki o büyük karanlıkta hafifçe aydınlanan, her biri bir şehir boyutlarındaki küçük dünyalarla- karşılaşırız.

Hiçbiri fark edilmeyen bir trilyon dünyanın göbeğinde yaşıyoruz. Bu bir New Age mezhebinin öğretisi hissini verebilir. Mecazi dünyalardan dem vurmuyoruz. Aksine bir trilyon yerden, her biri kendi dünyamız kadar apayrı, her biri bir yüzeye ve bir içe, hatta ara sıra bir atmosfere sahip dünyalardan bahsediyoruz.

Başınızın üstünde bir dam varsa, dışarı çıkın. Gözlerinizi yukarı çevirin. Göğün seçebileceğiniz en küçük parçasına yoğunlaşın. Bunun genişleyen bir kama halinde uzayın derinliklerine, yıldızlara uzandığını hayal edin. Göğün o küçük parçasında aşağı yukarı yüz bin dünya vardır, gözlerden uzak, adsız ama bir bakıma bilinen dünyalar. Yer'in bu uzaktan akrabaları -yıldızlararası izbelikte ağır ağır yuvarlanan, soğuk, sessiz, eylemsiz- kuyrukluyıldız çekirdekleridir. Ama bunlar güneş sisteminin bizim bulunduğumuz bölümüne düşmeye yüz tutulursa, gacırdayıp takır tukur ilerler, buğulaşma ve püskürme ortaya çıkar ve önünde sonunda Yer'in sakinlerinin bundan dolayı hayran kaldığı kuyrukları üretir. Söz konusu bir sürü görünmez donuk dünya hakkında nasıl haberdar olduğumuz Halley'le başlayan bir başka bilimsel detektiflik hikâyesidir.

Güneş'in kısa bir tetkikinden sonra {kuyrukluyıldızların}, belirlirli, uzun devir süreleriyle olsa bile, Güneş'in etrafında dönmek yerine, durmadan daha uzaklara, gezegenlerin sınırlarının ötesindeki engin boşluğa savrulup gitmesi, karanlık soğuk bölgede milyonlarca yıl boyunca sessizce ilerlemesi, evrenin düzenliliğiyle uyuşmuyor gibi gelmektedir...

-THOMAS BARKER, OF THE DISCOVERIES CONCERNING
COMETS ["KUYRUKLUYILDIZLARLA İLGİLİ KEŞİFLER
HAKKINDA"], LONDRA, 1757

Kuyrukluyıldız yörüngelerinin Edmond Halley tarafından ilk envanterinin çıkarılmasıyla birlikte, birçok kuyrukluyıldızın nadiren geri geldiği, birkaç yüzyılda bir veya daha uzun

süreler sonra döndüğü açıklığa kavuşmuştu (bkz. 4. Kısım). Belirli herhangi bir anda son zamanlarda Güneş'e uğramayan gözlerden uzak uzun devirli kuyrukluyıldızlar olması gerektiğinin farkındaydı. Tesadüf eseri yıllara sâri dönümlere sahip kuyrukluyıldızlar görüyorsak, belki dönümleri binyıllar veya daha fazlasıyla ölçülen başkaları da vardır. Bu kısmın başındaki alıntılardan birinin gösterdiği gibi, Halley gün ışığına çıkarılmamış çok uzun devirli ve epey dış merkezli büyük bir kuyrukluyıldız topluluğuna inanmaya hazırdı. Ama zihninde tam anlamıyla muazzam sayıda kuyrukluyıldız canlandırmamıştı. Thomas Wright Güneş'i çevreleyen bir yörüngeler rozeti çizdiğinde, "Bence kuyrukluyıldızlar gelmiş geçmiş en kalabalık Yaratılış Faslıdır." kanısına varmasına rağmen, doluruşa kapılıp [çizimine] bilinen bir avuç kuyrukluyıldızdan daha fazlasını dahil etmemişti.

Kuyrukluyıldız bulutunu keşfetmenin anahtarı gördüğümüz kuyrukluyıldızların yörüngeleridir. Şu da var ki bu bütün kuyrukluyıldız yörüngelerinin sadece küçük bir örneğidir. Bütün bildiklerimize rağmen, örneğimiz daha büyük topluluğu temsil etmiyor olabilir. Ama bu yegâne çıkış noktamızdır.

Bir eliptik kuyrukluyıldız yörüngesi belirli bir büyüklüktedir. Kitabın başından beri kullandığımız terimlerle, Güneş'e en yakın noktasına günberi, en uzak noktasına da günöte denir. Günberiyle günötesi arasındaki Güneş'ten geçen çizgi elipsin büyük eksendir. Büyük eksenin yarısına yarı-büyük eksen adı verilir. Tabii ki Yer'in yörüngesinin yarı-büyük eksenini 1 Gök Birimidir (GB). Küçük yarı-büyük eksenlere sahip kuyrukluyıldızlar güneş sisteminin gezegenlere ait bölümünü asla terk etmez ve kısa devirli kuyrukluyıldızlar âlemini meydana getirir. Bu tür kuyrukluyıldızlar Güneş'in kütle çekimine sıkı sıkıya bağlıdır; hareketlerinin düzenini esaslı bir şekilde bozmak için çok ciddi bir etki gerekir. Oysa büyük yarı-büyük eksenli kuyrukluyıldızlar vakitlerinin çoğunu gezegenler bölgesinin ötesinde geçirir ve iç güneş sistemine doğru bir insan ömrü boyunca çok nadiren kısa bir gezintiye çıkar. Bu tür uzun devirli kuyrukluyıldızlar Güneş'e daha gevşek bir şekilde bağlıdır ve daha kolay tedirgin edilir. Alışıldığı gibi, dönümü iki yüz yıldan kısa bir kuyrukluyıldıza kısa devirli kuyrukluyıldız, dönümü iki yüz yıldan uzun bir

kuyrukluyıldıza da uzun devirli kuyrukluyıldız denir. İki yüz yılın bir sihri yoktur; çok kabaca kuyrukluyıldızların modern astronomik araştırma dönemine (artık bundan biraz daha kısa bir süreye) denk gelmesinden ötürü tercih edilmiştir. Bundan dolayı Encke veya (bu tanıma göre) Halley gibi kuyrukluyıldızları kısa devirli, 1973'te Yer'in yakınından geçen ve on milyon yıldan önce bir daha geri gelmeyecek Kohoutek Kuyrukluyıldızı gibilerine uzun devirli kuyrukluyıldız adı verilir.

Laplace, bir zamanlar Güneş'in uzayda durağan halde bulunduğunu ama çevresinin dünya kadar gelişigüzel hareket eden yıldızlararası kuyrukluyıldız tarafından sarıldığını zihninde canlandırmıştı. Buna göre, bazıları tesadüf eseri Güneş'e kıyasla ister istemez çok yavaş hareket eder; onun kütle çekimine kapılır ve iç güneş sistemine düşer. Bunun net sonucunun Yer'in civarında hayli dış merkezli yörüngelere sahip ama Güneş'e bağlı çok sayıda kuyrukluyıldız, daha nadiren de iç güneş sistemine bir defaya mahsus dalıp asla geri gelmemek üzere çıkan hiperbolik yörüngeye sahip bir kuyrukluyıldız olacağını göstermişti (5. Kısım). Bu tam da tanıklık ettiğimiz durummuş hissini vermektedir. Laplace, hesapların bilfiil kuyrukluyıldız gözlemleriyle uyuşması nedeniyle, bu durumu içinde Güneş'le gezegenlerin gömük bulunduğu büyük bir yıldızlararası kuyrukluyıldız bulutunun varlığının doğrulamasına çekmişti.

Ama daha sonraki araştırmacılar Güneş'in halihazırda Herkül Takımyıldızındaki bir noktaya doğru kayda değer bir hızla yol aldığı kendi özdevimi olduğuna işaret etmişlerdi.⁵⁹ Gelişigüzel hareket eden yıldızlararası kuyrukluyıldızlarla ilgili yer değiştiren bir Güneş için [çekime] kapılma hesapları yapıldığında, gözlemlerin aksine, çok sayıda hiperbolik kuyrukluyıldız öngörülür. Laplace'in bir yıldızlararası kuyrukluyıldız bulutu kavramı, geç on dokuzuncu yüzyıla gelindiğinde kuvvetle reddedilmişti. Sanki bu sorunun –yani Güneş'e gevşek bir şekilde bağlı dış kuyrukluyıldızları, adeta Güneş onlara göre hareket etmiyormuş gibi sanma sorununun– çözümü yirminci yüzyılın 30'lı yıllarına kadar akla gelmemişti.

59. Yıldızların özdevime sahip *olduğunu* ilk ortaya koyan hazır ve nazır Bay Halley'di.

Laplace ayrıca kısa devirli kuyruklu yıldızların –güneş sisteminden kütle çekimsel fırlama veya ara sıra bir gezegene çarpma veya (artık ekleyebileceğimiz) sırf yeterli sayıda günberi geçişinden sonra gezegenler arası uzaya dağılma yüzünden– ortadan kalktığını da hesaplamıştı. Muazzam bir yıldızlararası kuyruklu yıldız bulutu vardiysa, o zaman kısa devirli kuyruklu yıldız nüfusu yıldızlararası kuyruklu yıldızların uzun devirli kuyruklu yıldızlara bunlardan da kısa devirli kuyruklu yıldızlara basamaklanmasıyla yani, daha önce ele aldığımız gezegence bilardo yoluyla yeniden ikmal edilebilirdi. Ama Güneş yıldızlararası uzaydan yeni kuyruklu yıldızlar toparlamıyorsa, iç güneş sistemindeki eski kuyruklu yıldız nüfusu nasıl tazelenmektedir?

Sadece iki ihtimal vardır. Ya kuyruklu yıldızlar bugün güneş sisteminin bir yerinde meydana getirilmekte ya da sürekli azar azar örneklem sağlayan muazzam bir gizli kuyruklu yıldız yatağı bulunmaktadır. Kuyruklu yıldızların, yeteri kadarına yaklaşacak şekilde, nasıl üretildiklerine dair son zamanlarda ileri sürülenlerin hiçbiri sonuç vermemiştir. Böylece elimizde kala kala tek bir ihtimal kalmaktadır: Kuyruklu yıldızlar dünyadan el etek çekmiş haldedir. Yakın bir yerde depolansalardı bunun bir belirtisi olurdu. Bundan Yer’den (ve de Güneş’ten) çok uzak bir mesafede depolandıkları sonucu çıkmaktadır. Ama nerede? Ve kaç tane?

Hayli dış merkezli yörüngelere sahip, iç güneş sistemine aniden dalan, az sayıda uzun devirli kuyruklu yıldız görebiliyorsak, Plüton’un ötesinde dairesel yörüngelerinde ağır ağır ilerleyen, iç güneş sistemine tenezzül etmeyen çok daha fazla sayıda kuyruklu yıldız bulunması ihtimal dışı mıdır? [Özellikle de] hemen hemen gelişigüzel yörünge düzlemi eğikliğine sahip uzun devirli kuyruklu yıldızlara yol açan? Bunları, gezegenlerle kısa devirli kuyruklu yıldızları tutulum düzlemine mahkûm eden etki artık her neyse, o ilişkiden azade [bağlaşımı bozulmuş] olarak zihninizde canlandırabiliriz. Kuyruklu yıldız bulutu, Tanrı Başlangıçta el atmasaydı, Newton’un gezegenler için tasavvur ettiğine benzer şekilde hareket ederdi. Bu tür kuyruklu yıldızlar Güneş’ten saç ve kuyruk geliştiremeyecek kadar çok uzakta dolanırdı. Yer’den görünmezlerdi.

{Bu} makale uzun devirli kuyrukluyıldızlarla ilgili bugüne kadar pek anlaşılmamış, {yıldızların} yol açtığı tedirginliklerin kaçınılmaz sonucu sayılabilecek üç olguya yani, yörünge düzlemlerinin dağılımına ve günberilerine ve de neredeyse parabolik yörüngelerin ağır basmasına işaret etmektedir.

-J. H. OORT, "THE STRUCTURE OF THE CLOUD OF COMETS SURROUNDING THE SOLAR SYSTEM, AND A HYPOTHESIS CONCERNING ITS ORIGIN" ["GÜNEŞ SİSTEMİNİ ÇEVRELEYEN KUYRUKLUYILDIZ BULUTUNUN YAPISI VE KÖKENİYLE İLGİLİ BİR HİPOTEZ"], BULLETIN OF THE ASTRONOMICAL INSTITUTE OF THE NETHERLANDS, CİLT 11, SAYFA 91, 1950.

Jan Oort onlarca yıl Hollandalı astronomların saygın modern okuluna dekanlık yapmıştır. Bilimine çok sayıdaki katkılarının arasında Güneş'in Samanyolu'nun merkezine uzaklığını ilk defa doğru tahmin etmek, Samanyolu'nun sarmal yapısını haritalamak için radyo astronomiyi kullanmak, Samanyolu'nun göbeğinde –masif bir kara deliğin varlığına işaret etmesi muhtemel– ara ara meydana gelen muazzam patlamaları keşfetmek bulunmaktadır. II. Dünya Savaşı'ndan kısa bir süre sonra Güneş'e gevşek bir şekilde bağlı, uzak bir kuyrukluyıldız bulutunun mevcudiyetini ortaya atan da Oort'tı. Teorinin bazı yönleri Estonyalı-İrlandalı astronom Ernst Öpik tarafından tahmin edilmişse de bu düşünce bütün nefasetiyle ilk defa Oort'ın içine doğmuş ve onun tarafından geliştirilmişti.

Nasıl Halley elindeki bir avuç kuyrukluyıldızın yörünge özelliklerini incelediyse, Oort da iyi belirlenmiş yörüngelere sahip on dokuz uzun devirli kuyrukluyıldızı araştırmıştı. Yarı-büyük eksenleri birkaç bin Gök Birimi (GB) hatta birkaç on bin GB olan az sayıda kuyrukluyıldız bulmuştu. Bunlar halihazırda Güneş'ten çok uzakta, Plüton'dan yüzlerce defa daha uzaktır. Ama sanki söz konusu kuyrukluyıldızların çoğunluğu aşağı yukarı 20.000 GB civarında kümelenmiş gibiydi. On dokuz kuyrukluyıldız büyük bir örneklem değildir ancak gene de yeterlidir. Oort'ın 1950'de öncülük ettiği araştırmasından bu yana istatistik gelişmiştir ama sonuç aynı kalmıştır: Çoğu uzun devirli kuyrukluyıldız bize Güneş'ten kabaca 50.000 GB uzaklığındaki bir bölgeden gelir.

Oort alışılmışın sınırlarını aşan bu mesafelerde Güneş'i gözlerden uzak kuyruklu yıldızlardan meydana gelen uçsuz bucaksız bir bulutun çevrelediğini ve gördüğümüz kuyruklu yıldızların da bu uzak kümeden kaçanlar ve sığınmacılar olduğunu ortaya atmıştı. Bu kuyruklu yıldızların çoğu epeyi dairesel, makul ölçüde dış merkezli yörüngelere sahiptir. Güneş sisteminin gezegenlere ait bölümüne asla adım atmadıkları gibi, onları asla görmeyiz de. Ama bazen bir kuyruklu yıldız çekirdeği emsallerinden ayrılır ve aniden iç güneş sistemine dalar, onu uzun devirli bir kuyruklu yıldız diye adlandıracığımız kadar Güneş'e yaklaşabilir; ya da belki onu önünde sonunda kısa devirli bir kuyruklu yıldız diye tanımlayacağımız şekilde, büyük gezegenlerden birinin veya birkaçının yakınından geçip yörüngesinin tedricen değişmesine yol açar.

Ancak Güneş'in kütle çekiminin güçsüzce asıldığı bu az bulur kuyruklu yıldızın iç güneş sistemine girişini başlatan nedir? Oort, Güneş'in Samanyolu'nun çevresindeki hareketi sırasında kuyruklu yıldız bulutunda bir tür kütle çekimsel çalkalanma yaratacak kadar diğer yıldızlara yaklaşabileceğini –birçok kuyruklu yıldızın bu yolla Güneş'in civarına dahil, her yöne doğru saçılabilceğini– hesaplamıştı. Oort Bulutundaki tipik bir kuyruklu yıldız Güneş'in çevresinde ağır ayak, yaklaşık saniyede yüz metrelik, hemen hemen saatte 220 millik bir hızla dolanmaktadır. Gelip geçen bir yıldızın yol açtığı hız değişikliği sadece saniyede santimetrenin onda birkaçı yani, parmaklarınızın bir masa tablası üstünde atabileceği adımlar kadardır. Bu kuyruklu yıldızın toplam hızında çok küçük bir değişikliği temsil eder ama birkaç tanesini gezegenlerin arasına doğru yalpaya yalpaya göndermeye yeter de artar. Gelip geçen bir yıldızdan kaynaklanan tek bir kütle çekimsel itki kuyruklu yıldızların uçuşmasına yol açmaz. Aksine yıldızların defalarca yakın geçişinin birikimli [etkisi] daha hızlı hareket eden tedirgin bir kuyruklu yıldız nüfusu doğurur ve yıldızlarla en son rastlaşma bunlardan bir kısmını Güneş'e veya yıldızlararası ortama doğru sürmek için gereken o küçük artımı [hız artışı] sağlar. O küçük artım bardağı taşıran damladır.



69. Güneş'i çevreleyen Oort kuyrukluysıldız bulutunun şematik resmi. Dış Oort Bulutundaki trilyon adet kuyrukluysıldızın sadece çok küçük bir miktarı gösterilmiştir. Çoğu Güneş'le en yakın yıldız arasındaki mesafenin yaklaşık üçte biri uzaklığında yer alır. Muhtemelen Güneş'e doğru çok daha derinlerde iç Oort Bulutunun çok daha yoğun bir kuyrukluysıldız nüfusu bulunmaktadır. Resim: Jon Lomberg.

Bir yıldız kuyrukluysıldız bulutunu düpedüz yarıp geçseydi bile sonuçlar fevkalade olmazdı. Öpik bunu bir sivrisinek sürüsünü kateden bir mermiye benzetmişti: Nispeten az sayıda sivrisinek saçılır veya mahvolur; sürü neredeyse istifini bozmadan yoluna

devam eder.⁶⁰ Ve Oort Bulutunun derinlerindeki kuyrukluyıldızlar yıldızların yol açtığı tedirginliklerle hiçbir şekilde dışarı atılmazlar; Güneş'e daha yakın durdukları için, ona kütle çekimi bakımından çok daha sıkı sıkıya bağlıdırlar ve gelip geçen bir yıldız tarafından, yıldız Güneş'e çok yaklaşmadıkça, dizginleri öyle kolaylıkla koparılmaz.

Bundan dolayı herhangi bir kuyrukluyıldız yörüngesinin ortalama büyük ekseninin sınırını, aşağı yukarı Yer'in Güneş'ten uzaklığının yüz bin katı olarak kabul edebiliriz, bu da yaklaşık on milyon yıllık bir dönüme yol açar. Her yıl hemen hemen üç uzun devirli kuyrukluyıldız görüp birkaç tanesini de gözden kaçırabildiğimizden, ihtimal ki elli milyon kuyrukluyıldız vardır (diyebiliriz).

- OXFORD ÜNİVERSİTESİ SAVILIAN ASTRONOMİ PROFESÖRÜ
HERBERT HALL TURNER, THE ROYAL INSTITUTION'DA BİR
CUMA GECEŚİ SOHBETİNDEN, LONDRA, 18 ŞUBAT CUMA, 1910.

Bu hesap iç güneş sistemine girmeyen kuyrukluyıldızları ihmal etmektedir. Ama Oort Bulutu hipotezinin esasını meydana getiren düşüncelerin onlarca yıl, ışın doğrusu yüzyıllarca ortalıkta dolaştığına işaret etmektedir. 1705 yılındaki makalesinde Halley, "Güneş'le sabit Yıldızlar arasındaki alan o kadar uçsuz bucaksızdır ki", epey uzun devirli kuyrukluyıldızla "yetecek kadar Yer vardır" diye kaydetmişti.

Bugün Galaksinin bulunduğumuz bölümünde, civardaki yıldızların yanı sıra büyük yıldızlararası molekül bulutlarının da var olduğunu ve güneş sisteminin her bir milyar yılda bir bunların içinden veya birkaçının yakınından geçtiğini biliyoruz. Bunun her vuku buluşunda, güneşin çevresinde dönen kuyrukluyıldız halesinde ek bir kütle çekimsel karışıklık meydana gelecek ve iç güneş sistemine yeni bir kuyrukluyıldız sağanağı gönderilecektir. Oort, eylemsiz halde ve yepyeni kuyrukluyıldızlar barındıran muazzam bir kuyrukluyıldız rezervuarı bulunduğu sonucunu

60. Yıldız Oort Bulutunda zamanla onarılacak 1.000 GB çapında bir delik açacaktır.

çıkarmıştı. Ne kadar muazzam? On sekizinci yüzyılda yaşayan Alman astronom Johann Heinrich Lambert, Güneş'in çevresindeki uzayın muhtemelen sık sık çarpışma baş göstermeden sığabileceği kadar çok kuyrukluysıldızla dolu olduğunu ileri sürmüş ve bundan güneş sisteminde "en az 500 milyon kuyrukluysıldız" bulunduğuna sonucuna varmıştı. Astronomlar, Oort Bulutunun halihazırdaki büyüklüğüyle gelip geçen yıldızların yarattığı kütle çekimsel tedirginliğin halihazırdaki sıklığından hiç değilse bir trilyon kuyrukluysıldız çekirdeği içerdiği sonucunu çıkarmaktadırlar. Bu nedenle Oort Bulutundaki kuyrukluysıldız sayısı Samanyolu Galaksisindeki yıldız sayısından fazladır. Hoş, bu hemen hemen kesinlikle haddinden fazla mütevazı bir tahmindir. Çok daha fazla sayıda kuyrukluysıldız mümkün gibi görünmektedir. Son günlerdeki kanıtlar, Oort Bulutunun Güneş'ten aşağı yukarı 100.000 GB uzaklıktaki kıyısından aralıksız içeri doğru, neredeyse Plüton'un yörüngesine kadar yayıldığına dair düşünceyi desteklemektedir.

Bu tür kuyrukluysıldızlar gezegenlerden uzakta, onlarla yörüngelerini değiştirecek bir rastlaşma yaşamayacak kadar çok dışarda, mutad gelip geçen yıldızlar veya yıldızlararası bulutlara göre de yakında, onlar tarafından tedirgin edilemeyecek kadar çok içerdedir. Ama bir yıldız her jeolojik çağda bir Güneşe çok yaklaşacak, tam anlamıyla Oort Bulutunun sınırları içinden geçecektir. Bir iç Oort Bulutu varsa, bir yıldızla çok yakın bir rastlaşma ciddi bir karmaşa yaratıp aynı anda bir milyar kuyrukluysıldızın saçılmasına ve bir milyon yıl boyunca yaklaşık saate bir sıklıkla iç güneş sistemine bir kuyrukluysıldızın yağmasına yol açabilir. İç Oort Bulutunu hesaba katarsak, Güneş'in çevresinde turlayan kuyrukluysıldızların toplam sayının 100 milyon olabileceği sonucuna varırız. Bu kabaca bizimkine benzer yüz bin galaksideki yıldız sayısına eşittir. Kuyrukluysıldızlar küçük bir evren teşkil eder.

Bu sayılar, sırf dış buluttaki bir trilyon kuyrukluysıldız [iddiası] bile o kadar inanılmazdır ki, bütün bunlar şüphe uyanmasına çanak tutar. Yeni düşüncelere açıklığıyla bilinen hayli saygın bir Amerikalı astronom, "Bu hipotezle ilgili başlıca zorluk büyük günberi uzaklıklarına sahip muazzam sayıda kuyrukluysıldızın varlığını gerektirmesidir" diye yazmıştı. Evet, aynen.

Oort Bulutunun ölçeği nedir? Yüz bin GB iki ışık yılından bir parça daha azdır. Kabaca Güneş'le en yakın yıldız arasındaki mesafenin yarısıdır. Kuyruklu yıldızın üstünde dursaydık, Güneş'ten o kadar uzakta bulunurduk ki, onu neredeyse iki yıl önceki haliyle görürdük. Oort Bulutundaki bir kuyruklu yıldız tipik dönümünü yani, Güneş'in çevresindeki dönüşünü birkaç milyon yılda tamamlar. Güneş sisteminin yaşı yaklaşık 4,6 milyar yıl olduğundan, böylesi tipik bir kuyruklu yıldız Güneş'in çevresinde bin kere dolanmıştır. Kuyruklu yıldız üstünde geçirilen bir yıl Yer'deki bir yıldan bir milyon kere daha uzundur ve orada Mezmurları [veya Zebur] kaleme alanlar neredeyse harfi harfine haklı çıkarlar: "Çünkü senin gözünde bin yıl/Geçmiş bir gün, dün gibi/Bir gece nöbeti gibidir."⁶¹

Oort Bulutunda bir trilyon veya daha fazla kuyruklu yıldız bulunması yüzünden, kuyruklu yıldızların birbirine güneş sistemindeki herhangi bir yerden daha fazla yakın olduğunu –belki de Güneş'ten uzakta, Doré'nin ölü ruhlar resimlemelerinden birindeki kadar birbirine sokulduğunu– düşünebilirsiniz. Ama kuyruklu yıldızların sayısı doldurdukları uzayın enginliği nedeniyle fazlasıyla akla uygundur ve orada bir kuyruklu yıldızla diğeri arasındaki mesafe yaklaşık 20 GB yani, kabaca Yer'le Uranüs gezegeni arasındaki mesafe kadardır. Görünüşe bakılırsa, kuyruklu yıldızların güneş sisteminde en çok yoğunlaştıkları yer her ne hikmetse şansımıza tesadüfen tam da bizim yaşadığımız en içteki kısımdır. Bildiğimiz kadarıyla, her yıl gelip geçen üç veya dört uzun devirli kuyruklu yıldız bütün kısa devirli kuyruklu yıldızlarla birlikte, burasıyla en yakın güneş sistemi Alpha Centauri [Alfa Erboğa] arasındaki, en büyük yoğunluğu meydana getirir.

1977'de *Voyager 2* uzay aracı, 1986'da Uranüs gezegenine 1989'da da Neptün'e ulaşması için, alışılmadık ölçüde yüksek enerjili bir gezingeye fırlatılmıştı. Halihazırdaki uzay araçlarımız Oort Bulutu kadar uzağa gidebilseydi, bir kuyruklu yıldızdan diğesine uçmak aşığı yukarı on yıl sürerdi. Ancak Oort Bulutuna pek yakında gidemeyiz. İnsan türünün bugüne kadar fırlattığı en hızlı uzay aracı *Voyager*'ın Yer'den Uranüs'e gitmesi dokuz yıl sürmüştü; ana kuyruklu yıldız yatağına varmasıysa 10.000 yıl

61. $365 \text{ gün/yıl} \times 1000 \text{ yıl} = 365.000$; 1, kabaca $1.000.000$: 1.

sürecektir. Bizzat kuyrukluyıldızların güneş sisteminin sınırlarından Yer'in civarına düşmesiye birkaç milyon yıl sürecektir. Oort Bulutunun ana kısmı çok çok uzaktadır.

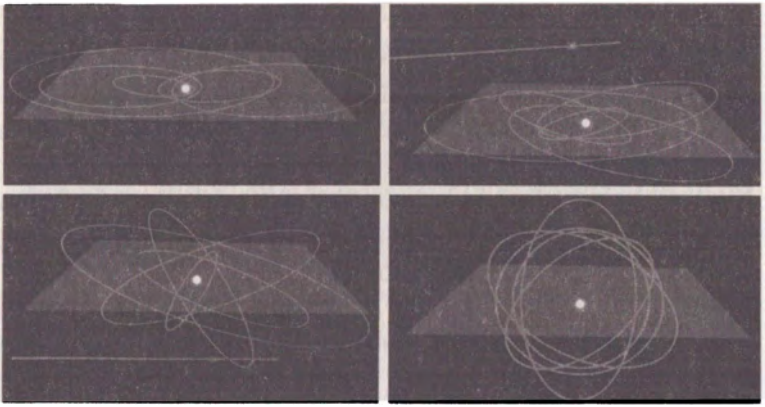
Bir trilyon kuyrukluyıldız hep birlikte ne kadar çeker? Her biri bir baştan bir başa bir kilometreyse, o zaman dış Oort Bulutundaki bütün kuyrukluyıldızların toplam kütlesi neredeyse Yer'in halihazırdaki kütlesiyle aynıdır. Başka bir deyişle, Yer'i alıp kilometre çaplı küçük topaklara bölseydiniz sayı ve büyüklük bakımından (ama bileşim bakımından değil) dış Oort Bulutundaki mevcut nüfusun bir yaklaştırmasını elde ederdiniz. Eğer tipik kuyrukluyıldız biraz daha büyükse ki bu muhtemel gibi görünmektedir veya iç Oort Bulutunu da dahil ederseniz, o zaman bulutun toplam kütlesi kayda değer ölçüde daha fazla olacaktır.

Kısa devirli kuyrukluyıldızlar Güneş'in çevresinde gezegenlerle aynı düzlemde yani, tutulum veya burçlar kuşağı düzleminde dönme eğilimi gösterir. Ayrıca Güneş'in çevresini diğer gezegenlerle aynı yönde dolaşma eğilimindedir. Oysa uzun devirli kuyrukluyıldızlar her türlü yörünge düzlemi eğikliğinin kaotik bir karışımını sergiler ve Güneş'in çevresini saat yönü kadar saat yönünün tersine dolanmaya da meyyaldır. Newton uzun devirli kuyrukluyıldız karmaşası ihtimalinin bulunduğu bir evrende sadece kütle çekiminin borusunun ötmesi gerektiğini düşünmüştü. [Ona göre] halbuki kısa devirli kuyrukluyıldızların sistemli düzenliliği Başlangıçtaki ilahi müdahalenin bir işaretiydi. Ancak Laplace uzun devirli kuyrukluyıldızların yörünge özelliklerinin Jüpiter'in kütle çekimine kapıldığı sırada kısa devirlilerinkine dönüşebileceğini göstermiş (5. Kısım) ve dini görüş değişmişti. 1835 kadar geç bir tarihte The Royal Institution'daki bir konferansçı konuşmasını, kuyrukluyıldızların yörünge düzlemi eğiklikleriyle dış merkezlilikleri "fizik yasalarına değil Yaradan'ın iradesine bağlıdır" diye noktalayabilmişti. Gelgelelim, vasıfsız insanlar Yaradan'ın iradesini kavramakta zorlanabilirler.

Oort, Oort Bulutundaki kuyrukluyıldız yörüngelerinin ilk eğiklikleri her ne olursa olsun, yıldızların yol açtığı tedirginliklerin yörünge düzlemlerini yeniden dağıtmaya fazlasıyla

yeteceğini ileri sürmüştü. Oort Bulutundaki bütün kuyruklu-yıldızlar bir vakitler gezegenlerle aynı düzlemde yer almışsa bile, gelip geçen yıldızlar eğiklikleri şimdiye kadar gelişigüzel hale getirmiş, aynı zamanda ters yön yörüngelilerle eşit sayıda düz yön yörüngeli uzun devirli kuyruklu-yıldız yaratmışlardır. Kuyruklu-yıldız yörüngelerinin ilk dağılımıyla ilgili herhangi bir bilgi yıldızlarla birden fazla rastlaşma sonucu çoktan kaybolmuştur. Düzenin çivisi çıkmıştır.

Oort Bulutundaki tipik bir kuyruklu-yıldız milyarlarca yıl mutlak sıfırın sadece birkaç derece üstündeki bir sıcaklıkta ömür sürmüştür. Ne çarpışma ne kuyruklu-yıldızın ısınması ne de gaz salma mevcuttur. Oort Bulutu çok sakindir. Galaksinin kuyruklu-yıldızın üstünden yavaş yavaş birkaç metre içine dalan kozmik ışın akısı vardır. Her kozmik ışın arkasında kopmuş kimyasal bağlardan mürekkep bir iz bırakır. Kırıntılar buz gibi ve katı yüzeyde yeniden bir araya gelirken yeni moleküller vücut bulur. Başlangıçta metan veya karbon monoksit buzu varsa güneş sisteminin yaşı boyunca ortaya çıkan net sonuç kayda değer ölçüde ama sadece kuyruklu-yıldızın dış kabuğunda bir karmaşık organik molekül bolluğunun meydana gelişidir. Kuyruklu-yıldız yüzeyinin iyice uzun aralıklarla (söz gelişi her milyon yılda bir kare) bir filmini çekseydiniz, buzlar karmaşık organik moleküllerin sentezlenmesinden ötürü yavaş yavaş kararır ve kızarırdı. Varsayalım ki, kuyruklu-yıldız o halde iç güneş sistemine dürtüklendi. Tek bir günberi geçişinde işlenmiş buzların tamamı buharlaşıp uzaya karışır, bir milyar yıllık emek bir ayda boşa giderdi. Üstteki bir metrelik [tabakanın] uçup gitmesinin ardından gün ışığına çıkan alttaki buzlar ya saflığı bozulmamış –kuyruklu-yıldız böyle meydana gelmişse, apak buz– haline yakın olurdu ya da yıldızlararası ortamdan gelip kuyruklu-yıldıza evvelemerde katılan organik moleküllerin rengini alarak kazandığı o başlangıçtan beri varolan [primordiyal] kırmızıya çalardı. Her halükârda kozmik ışınların kamçıladığı ince yüzey tabakasının altında güneş sisteminin başlangıcından bu yana neredeyse el değmemiş madde bulunurdu.



70. Başlangıçta düzenli olan kuyrukluysıldız yörüngeleri gelip geçen yıldızların (veya yıldızlararası bulutların) kütle çekimsel etkileri nedeniyle gelişigüzel hale gelirler. Merkezi parlaklık tabii ki Güneş'tir. Düzlem gezegenlerle kısa devirli kuyrukluysıldızların yörüngelerinin yer aldığı tutulum veya burçlar kuşağı düzlemdir. Oort Bulutundaki kuyrukluysıldızlarla uzun devirli kuyrukluysıldızların ilk başta bu düzlemlerle kısıtlı bulunduklarını gözünüzün önüne getirin (üstte solda). Yıldızlar güneş sisteminin yaşı boyunca gelip geçtikçe kuyrukluysıldız yörüngeleri düzlemden kalkar (üstte sağda, altta solda) ta ki, kuyrukluysıldız yörüngeleri artık gelişigüzel eğikliklere sahiptir ve kuvvetle muhtemel düzlemde yer almaktan çok dışındadır (altta sağda). Gelip geçen bu yıldızların kütle çekimsel etkisi az bulunur bir kuyrukluysıldız Oort Bulutundan iç güneş sistemine sürmeye de yol açar. Diyagram: Jon Lomberg/BPS.

Oort Bulutunun dış sınırı neden yüz bin Gök Birimi ötededir? Oort Bulutundaki kuyrukluysıldız nüfusu o sınırdan sonra, bir ihtimal bir başka yıldızın Oort Bulutuna toslayarak, yavaş yavaş düşmekte midir? Münferit kuyrukluysıldızların karıştı ama gene de birbirinden epeyi ayrı düştüğü iki kuyrukluysıldız halesinin, çevresinde doğdukları yıldızlara bağlı kalmakla birlikte, birbirine kenetlendiğini, birbirine işlediğini hayal edebiliriz. Önünde sonunda yollarına devam ederler. Ama artık Oort Bulutunun yüz bin GB'nin çok ötesine uzanamayacağını biliyoruz. Rus astrofizikçi G. A. Chebotarev [Çebotarev], Samanyolu Galaksisinin Yer ve Güneş'ten otuz bin ışık yılı mesafedeki masif merkezinin, Güneş'in yaklaşık iki yüz bin GB'den daha uzaktaki herhangi bir kuyrukluysıldız üstündeki güçsüz kütle çekimsel kısılcacını gevşetmeye yeteceğini göstermişti. Muhtemelen Galaksinin



71. Kuyrukluyıldızlarla Samanyolu Galaksisi arasında kurulan bağa dair eski bir yargı. Olaf Gulbransson tarafından çizilen bu karikatür –o günlerde sokak gösterilerini aşırı güç kullanarak bastıran– Berlin emniyet amirinin Halley Kuyrukluyıldızını Samanyolu’nun bir başından bir başına yol almaması için uyarırken göstermektedir. Samanyolu (Almancası “Süt Yolu”) gösteri yapılacak yer değildir diye çıkışmaktadır. Simplicissimus adlı mizah dergisinden, 4 Nisan 1910. Ruth S. Freitag’ın müsaadesiyle, Library of Congress.

merkezindeki kütlenin küçük bir bölümünü orada bulunan bir kara delik karşılamaktadır. Kara deliğin yokluğunda Oort Bulutu bir parça daha büyük olurdu.

Böylece Oort Bulutu iç güneş sisteminin bu kendi halindeki köşesinin bildik hadiselerini sadece civardaki yıldızlara değil, aynı zamanda çok uzaktaki, teleskopla dahi 30.000 yıl önceki halini gördüğümüz, Galaksinin merkezine de bağlar. Güneş sisteminin bizim bulunduğumuz kısma akın eden kuyrukluyıldızlar yıldızlarla bulutsuların geçişleri nedeniyle uyarılabilir hale gelmiş oynak bir topluluktan gelmektedir. Güneş sistemi Galaksinin geri

kalanından tecrit edilebilseydi, kuyrukluyıldızların varlığından asla haberdar olmazdık. Çünkü Oort Bulutunu ara sıra sarsıp bazı kuyrukluyıldızları iç güneş sistemine doğru uçuracak gelip geçen yıldızlar ve yıldızlararası bulutlar bulunmazdı.

Belki de buralara kadar gelen kuyrukluyıldızların sayısı (bununla birlikte geldikleri Oort Bulutunun dış sınırları) bir ölçüde galaksinin merkezindeki -şunun şurasında birkaç on yıl önce-sine kadar akla hayale gelmeyen bir cisim olan- bir kara delik tarafından belirleniyordur. Kuyrukluyıldızlar beklenmedik ve esaslı bir şekilde Samanyolu'yla bağlantılıdır. Bu vargı, yirminci yüzyılda Galaksiyle ilgili bilgimizi muhtemelen herhangi birinden çok daha fazla kökünden değiştiren Jan Oort için yeterince isabetliydi.

Oort'ın düşüncesinin kapsamı fevkaladedir. Her yıl göklerimizde beliren bir avuç yeni kuyrukluyıldız açıklamak için, Plüton'un yörüngesinin çok ötesinde ömür süren karınca yuvası gibi akıllara durgunluk veren sayıda görünmez kuyrukluyıldız önerilmiştir. Bu düşünce kuyrukluyıldız hakkında bildiklerimizi başka hiçbir teorinin teğet bile geçemediği ölçüde inceden inceye açıklamaktadır. Bugün söz konusu trilyonlarca kuyrukluyıldız dünyanın her yerindeki astronomlarca hayli kabul görmekte ve ona gereğince Oort Bulutu denilmektedir. Her yıl Oort Bulutunu, özellikleri, kökeni, evrimi hakkında epey bilimsel makale yazılmaktadır. Buna rağmen henüz varlığıyla ilgili doğrudan elde edilmiş hiçbir gözlemsel kanıt yoktur. Oort Bulutunun hâlâ orasına burasına bakınamıyoruz. Oradaki kuyrukluyıldızları saymak üzere hiçbir uzay aracı oraya seyahat etmedi. Herhangi birinin bunu gerçekleştirmesine daha daha çok vakit var. Kısa bir zaman önce yapılan makul ölçüde geçerlilik ihtimali bulunabilecek bir ölçüm var: *Kızılötesi Astronomi Uydusu* (IRAS) tarafından keşfedilen dünyanın öbür ucundaki ince bir madde kümeleşmesi. Ne var ki Oort Bulutunun yapısının böyle olduğu görüşü çok tartışmalıdır.

Ama bilimsel araçlarımızın duyarlılaşması ve Plüton'un çok ötesine gidebilen uzay uçuşlarının geliştirilmesiyle, Oort Bulutu kuyrukluyıldızlarını gözleme bakımından daha fazla imkâna kavuşacağız. Gelecekte türümüz -yeter ki daha önce kendi kendimizi ortadan kaldıracak kadar akılsızlık etmeyelim- bir

gün Oort Bulutundaki nüfusu doğrudan sayabilecek, oradaki büyük kuyrukluyıldızların her birini belirleyip ayırt edebilecek, gelecekte izleyecekleri yörüngelerini çizebilecek, hatta belki onlardan yararlanma planları yapacaklardır. Oort Bulutunun Resim 69'dakine benzer bir tasviri için gerekli gerçek veri birikiminin ne zaman alacağını bilmiyoruz. O uzak devrin astronomlarına iyi dileklerde bulunuyor ve ilerde yapacakları keşiflerden kesinlikle duyacakları keyfi zihnimizde canlandırabiliyoruz.

12. kısım

yaratılışın hatıratları

Buz kimin rahminden çıktı?

–EYUB 38:29

Kuyrukluyıldızların ortaya çıkışına sıkça rastlanır. Bunlar... hiç de başlangıçta yaratılan yıldızlardan değildir, aksine İlahi buyrukla aynı anda meydana getirilip gene [İlahi buyrukla] yok edilir.

–DAMASKOSLU AZİZ İOANNES, ÉKDOSIS AKRIBÈS TÈS ORTHODÓXOU
PÍSTEÓS [“ORTODOKS İNANCININ TAM AÇIKLAMASI”], SEKİZİNCİ
YÜZYIL

İnsanlar bir sabah uyandılar, etrafa bakındılar ve yıldızımız Güneş’in başka dünyalardan meydana gelen bir maiyeti bulunduğunu keşfettiler. İçlerinden bir tanesi bile tam Yer’e benzemez. İçteki yani, civardaki, yerbenzeri gezegenler denilenleri (Merkür, Venüs, Yer ve Mars) Güneş’in çevresinde hemen hemen dairesel yörüngelerde yol alıp Güneş’in kendi eksenini çevresindeki hareketiyle aynı yönde dolanır.⁶²

Bunların ötesinde asteroitler, binlerce küçük havasız yamuk cisim bulunur. Kimi taşsıdır, kimi metaliktir, kimi de koyu renkli, karmaşık organik madde bakımından zengindir. En büyükleri bir baştan bir başa kilometrelerce uzunluğundadır ama çok daha fazlası bir kilometre çapında veya daha küçüktür. Bunlar da Güneş’in çevresinde düz yönde hareket ettikleri gibi, bütün

62. Bu dönüş hareketinin –güneş sistemine Kuzey Kutbu’nun epey yukarısından aşağı doğru bakıyorsanız saat yönünün tersi– yönüne doğudan batıya doğru veya düz yön adı verilir. Zıt yöndeki hareketeyse ters yön denir.

diğer gezegenlerin Güneş'in çevresini dolaştıkları düzleme bağlıdır. Asteroitlerin çoğu Mars'la Jüpiter'in izledikleri yolların arasında hemen hemen dairesel yörüngelerle döner. Birkaçı onları Mars, Yer, Venüs, hatta Merkür'ün yörüngelerinin içine taşıyan daha eliptik yörüngelere sahiptir. Bazıları Yer'e yaklaşır ve onlara Yer'e Yakın Cisimler (YYC) adı verilir.

Daha dıştaysa dev gaz gezegenleri Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün yer alır. Bunlar ağırlıkla hidrojen ve helyumdan meydana gelir ama daha az miktarlarda su, amonyak ve metan da barındırırlar. Kütleleri Yer'in 15'le 300 katı arasında değişir, ayrıca kayaç ve metalden oluşan küçük iç çekirdeklere sahipmiş gibi görünmektedirler. Dev gezegenler denilen bunların çevresinde turlayan –her biri farklı oranlarda kayaç, buz ve organik bileşiklerden mürekkep– düzinelerce ay vardır.

Bu âlemden ve onun çok ötesinde, çoğu gezegenlerden epey uzakta az çok eliptik yörüngeli trilyonlarca kuyruklu yıldız bulunur. Bunların yarısı düz yönde diğer yarısıysa ters yönde dolanır. Yörüngelerinin eğikliği gelişigüze'dir. Çok daha az sayıda kuyruklu yıldız onları, bir kat daha az kısa devirli kuyruklu yıldızın rastlandığı, içteki yerbenzeri gezegenlere yaklaştıran hayli dış merkezli yörüngelere sahiptir. Neredeyse hepsi düz yönde ve tutulum düzlemine oldukça yakın bir yol izler. Bu dünya bolluğu da nereden çıktı? Hareketlerindeki düzenliliğin sebebi nedir?

Çoğumuz bebeklerin nereden çıktığını ilk duyduğumuzda bundan belirli ölçüde kuşku beslediğimizi dile getiririz. Çok defa açıklanan dinleyenin kendi gözlemlerine uymaz. Mekanizma, leyleklerle, meleklerle velahana tarlalarıyla⁶³ kıyaslandığında garip ve imkânsız gibi gelir. Hikâye başta ne kadar inandırıcılıktan uzak bir izlenim uyandırırsa uyandırсын, bilgili bireyler arasında konuyla ilgili orta karar bir uzlaşma vardır. Doğrudan deneyim önünde sonunda en kuşkucuyu bile inancından döndürür.

Kuyruklu yıldızların veya gezegenlerin kökenleriyle ilgili araştırmalar sırasında, düzenli olarak uçsuz bucaksız mesafelerde gerçekleşen ve uzak devirlerde kalan egzotik süreçler akla gelir. Kökenimize dair bir astronomik teoriden kuşku duyuyorsak, civardaki dünyaların güvenilir astronomlarının nabzını yokla-

63. Bu terim *Cabbage Patch Kids* denilen bir oyuncak bebek markasından kaynaklanmaktadır. (ç.n.)

yamayız. Bize cinsel konuların kozmik versiyonunu anlatacak kimse yoktur. Bunu kendi kendimize çözmek zorundayız. Gerçi astronomların potansiyel bir avantajları vardır: Yıldızlar hakkında yeterince meraklıysalar, bunların milyarlarcasını inceleyebilirler. Yeterince vaka ele alındığında ihtimal dışı bir sürece bile tanıklık edilebilir. Bunun eksikliğinde astronomların ellerinde kala kala işin sadece temelleri kalır: Evrenle ilgili halihazırda bilinenler ve fiziğin ilkeleri.

Güneş sisteminin kökenine dair modern görüşe benzer bir şey ilk defa bu sayfalarda daha önce tanıştığımız iki sıra dışı düşünür –Immanuel Kant ve Laplace Markisi Pierre-Simon– tarafından ortaya atılmıştı. Seleflerine göre apaçık bir avantajları vardı: Gözlemsel astronomi on sekizinci yüzyılda alışılmadık bir ilerleme kaydediyordu. Galileo, Huygens ve haleflerinin keşifleriyle gün ışığına çıkarıldığı kadarıyla, Satürn’ün halkalarının yapısı Kant ve Laplace’ın merakını uyandırmıştı. Ortada ekvator düzlemini kuşatan yassı bir parçacık diskinde sahip bir gezegen vardı. Güneş de bir zamanlar, bir şekilde gezegenlerin ondan temerküz ettiği, daha büyük bir halka sistemine sahip miydi?



72. Satürn’ün Voyager 1 uzay aracı tarafından gözlenen halkaları. Satürn üstte sağ köşede resmin hemen dışındadır. Bu çok sayıdaki yassı halkalar arasındaki küçük farklar bilgisayar işlemleriyle adamakıllı geliştirilmiştir. Halkalardaki büyük koyu renkli, bu resimde kenara görüldüğü kadarıyla yaklaşık üçte iki uzaklıktaki,

aralık Cassini Bölümü'dür. Satürn'ün halkaları Kant ve Laplace için gezegenlerin meydana geldiği devirde Güneş'i çevreleyen güneş bulutsusunun yapısına bir örnek vazifesini görmüştü. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

Gezegenlerin düzeni ne kadar keyfi olursa olsun, aralarında kökenlerine ışık tutabilecek, bazı fevkalade ilişkiler vardır; onları dikkatle gözden geçirdiğimizde, hayretle, bütün gezegenlerin Güneş'in çevresinde batıdan doğuya doğru ve neredeyse aynı düzlemde dolandıklarını, [keza] bütün uyduların [da] kendi gezegenlerinin çevresinde aynı yönde ve gezegenlerle aynı düzlemde dolandıklarını görürüz. Son olarak, Güneş, gezegenler ve bir dönme hareketinin gözlendiği o uydular kendi eksenleri çevresinde aynı yönde ve hemen hemen [Güneş'in çevresindeki] hareketleriyle aynı düzlemde dönerler... Bu kadar sıra dışı bir olgu tesadüf eseri değildir, bu evrensel bir etmene delalet eder...

- LAPLACE, "GÜNEŞ SİSTEMİNİN DÜZENLİLİĞİ ÜZERİNE" *THE SYSTEM OF THE WORLD* ["DÜNYA SİSTEMİ"], II. CİLT, V. KİTAP, VI. KISIM, 1809.

Buna iki düzenlilik daha eklemişti: Gezegen yörüngelerinin neredeyse daireselliğiyle, (uzun devirli) kuyruklu yıldız yörüngelerinin ileri derecede dış merkezliliğiyle gelişigüzel eğikliği.

Kant, Thomas Wright'ın içgörüsünü benimseyip daha da geliştirmiş ve Samanyolu'nun, Güneş'in de içinde yer aldığı ince bir yıldızlar tabakası olduğuna inanmıştı. Astronomlar gece göğünde garip ışıldayan şekiller keşfediyorlardı. Bunlara sonradan sarmal bulutsular [nebulalar] adı verilmişti. (Nebula, çoğulu *nebulae*, bulut anlamına gelen Latince bir kelimedir.) Sanki doğa ister tozdan isterse yıldızlardan meydana gelsin yayılmış sistemleri yassıltma eğilimi gösteriyordu.

Güneş sisteminin kökenine dair Kant-Laplace hipotezi dönme ve kütle çekiminin etkileşimiyle ilgilidir. Gözünüzün önüne gazla tozdan müteşekkil ve güneş sistemini meydana getirmeye mukadder yamuk bir yıldızlararası madde bulutu getirin. Bugün bilinen böylesi bulutların hepsi yavaş yavaş döner. Bulut yeterince masifse gelişigüzel moleküler hareketleri öz kütle

çekimi –bulut içindeki atomlarla tanelerin birbirini karşılıklı olarak çekmesi– etkisi altına alır. O zaman bulut büzülmeye, uç bölgeler içe doğru çökmeye başlar; belirli bir miktarda madde kendini daha küçük hacimlere sıkıştırdıkça bulutun yoğunluğu artar. Bulut büzüldükçe, parmak uçlarında dönerken kollarını kendine doğru çeken bir buz patenciyle aynı nedenden ötürü, daha hızlı döner. (Bu deney ileriye doğru uzattığı ellerinde birer tuğla tutan ve daha sonra hızla kollarını kendine doğru çeken, dönen bir piyano taburesinde oturan ufak tefek biriyle de yapılabilir. Ancak bu gösteri ihtiyatla yürütülmelidir.) İlgili fizik ilkesine açısal devinirlik [momentum] korunumu yasası denir ve Newton Hareket Yasalarından elde edilebilir.

Ama bulutu oluşturan gazla toz ve ara sıra meydana gelen yoğunlaşmalar ortak dönme eksenine çevresinde daha hızlı hareket ettikçe, içe çökmeyi sürdürmeye artan ölçüde isteksizlik gösterirler. Buna bazen merkezkaç kuvvet (veya merkezden uzaklaşma anlamına gelen santrifüj kuvveti) denir. İçi su dolu bir kovayı bir halata bağlayıp başınızın etrafında yeterince hızla çevirirseniz su dökülmez –en azından döndürmekten vazgeçinceye kadar. Merkezkaç kuvvet kütle çekimini dengeler.

Lunapark eğlenceleri kategorilerden biri hızla dönecek şekilde yapılmış içi boş bir silindirdir. Bu silindirde –dehşetle keyif arasında gidip gelen– kâh kahkaha kâh çığlık atan, dönen iç yüzeyine merkezkaç kuvvetiyle yapışmış bir insan kalabalığı vardır. Silindirin dönüşü kesilince insanlar duvarlardan aşağıya yuvarlanırlar.

Büzülen bulut da onu yavaşlatan ve önünde sonunda büzülmesini durduracak merkezkaç kuvvetine maruz kalacaktır ama sadece dönme düzleminde. Bulutun merkezine doğru ancak ekvator düzlemi yerine dönme eksenine boyunca düşen küçük bir madde topağı üstünde duruyorsanız herhangi bir merkezkaç kuvveti hissetmezsiniz. Netice maddenin ekvator düzlemindeki düşüşünün kesilmesi, eksen boyunca ise göçmeye devam etmesidir. Sonuç itibarıyla başlangıçtaki yamuk bulut zamanla yassılaşmış bir disk halini alır. Disk çöktükçe daha hızlı döner ve tam merkezde gitgide daha da yoğunlaşır. Disk, kenardaki madde savrulacak ölçüde, hızlı döndüğünde çöküş durur veya en azından yavaşlar.

Kant-Laplace hipotezi uzun zaman önce yamuk bir dönen yıldızlararası bulutun bu şekilde yığıldığını, merkezdeki yoğunlaşmanın da Güneş'i meydana getirdiğini ortaya atar. Bugün yıldızlararası maddenin Güneş'in yoğunluğu ve sıcaklığı ölçüsünde sıkışmasının termonükleer tepkimelere yol açacağından ve bir yıldız gibi parlamaya başlayacağından kuşku yoktur. Ama bu on sekizinci yüzyıl için iddialı bir hipotezdi. Kant ve Laplace civardaki diğer küçük yoğunlaşmaların gezegenleri oluşturduğunu, bunlardan her birinin boyutları artarken geniş bir alana yayılmış bitişik döküntüyü de topladığını öne sürmüşlerdi. Sonuçta henüz biçimlenen gezegenler güneş sisteminin bugünkü yerleşimine benzer şekilde düzenli aralıklarla dizilirlerdi. Gezegenlerin yakındaki daha küçük yoğunlaşmalar da uydularını meydana getirirdi. Kant-Laplace hipotezinin gerisindeki genel fikir şaşmaz ayrıntılardan daha önemlidir. Önerdiklerine göre, güneş sistemi –çok farklı bir primordiyal halden hem de doğal veya doğaüstü bir dış müdahale olmaksızın– *evrilmişti*.

Kant ve Laplace'ın, ilk bakışta bizi hayrete düşüren, sonrasındaysa bizi her yönden başka keşiflere bağlayan, hipotezine bilimin en yerinde fikirlerinden biri gözüyle bakılmıştır...

– “GEZEĞENLER DİZGESİNİN KÖKENİ ÜZERİNE” H. HELMHOLTZ'UN HEIDELBERG VE KÖLN'DE VERDİĞİ KONFERANSTAN, 1871, *POPULAR LECTURES ON SCIENTIFIC SUBJECTS BY H. HELMHOLTZ* [“H. HELMHOLTZ TARAFINDAN BİLİMSEL KONULARDA VERİLEN POPÜLER KONFERANSLAR”] ADLI ESERDE YAYIMLANMIŞTIR, NEW YORK, 1881

Nebula kelimesinin bulut anlamına gelmesinden ve sarmal bulutsularla (ki bunlar elbette çok daha büyük, muazzam boyutlara sahiptir) benzerliği yüzünden, Güneş'le gezegenleri meydana getiren büzüşen buluta geleneksel olarak güneş bulutsusu denir. Bugün nispeten yakın yıldızların çevresinde çok daha geniş bir yassı dönen bulutlar yelpazesi bulunduğunu biliyoruz. Onlara toplanma diskleri [akresyon diskleri] adı verilmektedir.

Laplace, güneş sisteminin oluşumu sırasında Güneş'in atmosferinin bir vakitler, belki de Cassiopeia [Koltuk] Takımyıldız-

zındaki bir yıldızın ürettiği 1572'deki Tycho süpernovası gibi, Güneş'teki muazzam bir patlamanın sonucu uzayın derinliklerine kadar uzandığını ortaya atmıştı. Laplace'ın yıldızlararası kuyruklu yıldızları, zihninde canlandırdığına göre, [çekimine kapılıp] Güneşe doğru düşüyordu. Güneş bulutsusundaki madde iç güneş sisteminde onların hızını kesiyor, yörüngelerini değiştiriyor ve Güneş'le çarpışmalarına yol açıyordu. Güneş bulutsusunun sürüklemesi iç güneş sistemini hemen hemen dairesel yörüngelere sahip kuyruklu yıldızlardan temizliyordu ama çok daha uzak mesafelerdeki kuyruklu yıldızlara dokunmuyordu. Ara sıra bir kuyruklu yıldız dev gezegenlerin yarattığı kütle çekimsel tedirginlikle iç güneş sistemini ziyaret etmeye yüz tutar. Bu birkaç bakımdan alışılmadık bir düşüncedir. Fiziksel dünyada Darwin'den epey önce bir tür doğal ayıklanma olduğuna işaret etmektedir; güneş sisteminde bir vakitler bugünkünden daha fazla cisim bulunduğunu önermektedir; ayrıca bilinen en uzaktaki gezegenlerin ötesinde büyük bir kuyruklu yıldız yatağının yer aldığını varsaymaktadır.

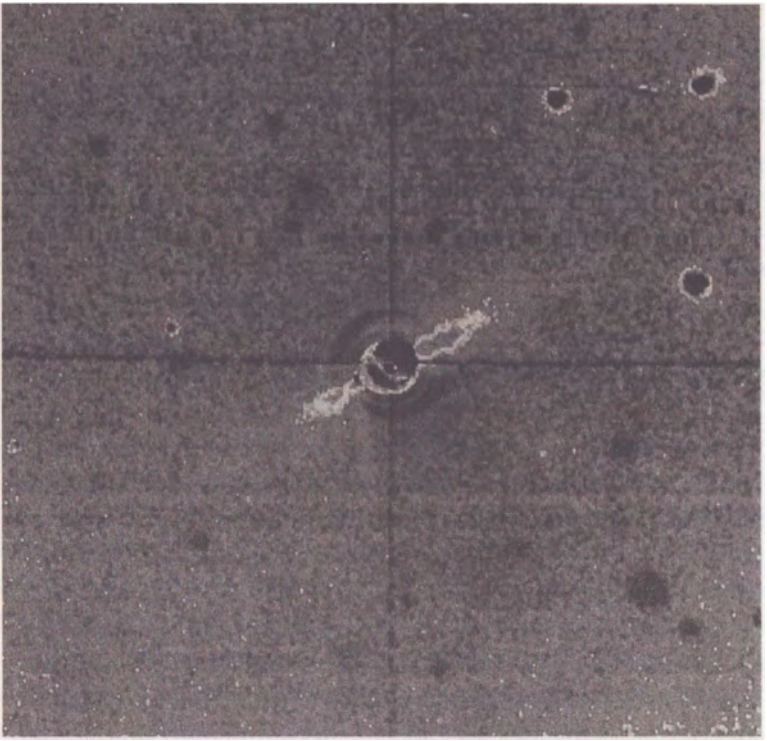
O halde neden gezegenler benzer şekilde etkilenip Güneş'le çarpışmaya yüz tutmamaktadır? Laplace gezegenlerin güneş bulutsusunun başlarında birbirini izleyen yoğunlaşmalarla oluştuğunu ileri sürmüştü. Ona göre, her yeni gezegen ortamını bulutsu döküntüsünden silip süpürerek bitişik maddenin aleyhine büyüdükçe, gezegen yörüngesinin çevresinde merkezlenen neredeyse boşluktan ibaret bir tüp meydana geliyordu. Belki de zihnini, Satürn'ün halkaları arasında aylar mevcutsa, o zaman halkalarında epey karanlık aralık da bulunmalı düşüncesi kurcalıyordu. Ne var ki hipotezine “gözlem veya hesaplamanın sonucu olmayan her şeyin esindirebileceklerine duyulan kuşkuyla” [yaklaşılmasını] önererek, varsayımının ihtiyatla benimsenmesi konusunda ısrar etmişti. Büyük bir ihtimalle kuyruklu yıldızların muhtemel yıldızlararası kökeniyle oyalanmasından ötürü, gezegenler kadar kuyruklu yıldızların da güneş bulutsusundan temerküz edebileceği aklına gelmemiş gibi görünmektedir.

Sanki, uyduların dönme [kendi eksenleri çevresindeki hareketlerinin] ve dolanımlarının gezegenlerinin dönmeleriyle aynı yönde, keza gezegenlerin dönmelerinin dolanım yönleriyle aynı

yönde, gezegen yörüngelerinin dairesele yakın, kuyruklu yıldız yörüngelerininse hayli dış merkezli olmasının, kısacası (kuyruklu yıldızlar dahil veya hariç) her şeyin aynı dönen ve çöken buluttan temerküz etmesinin doğal sonucu olabileceği [aklına gelmemiştir].

Hem Kant hem de Laplace açısından bulutsu hipotezi güneş sisteminin düzenliliklerini bir dünyalar evriminin nihai sonucu diye açıklıyordu. İkisi de diğer yıldızların kendi toplanma disklerinden evrilen gezegenler dizgeleriyle çevrelendiğine inanıyordu. Son birkaç yıldır, yerden ve uyduyla yapılan gözlemler birçok yakın yıldızın toplanma diskleriyle çevrelendiğini doğrulamıştır. İlk keşif bir İngiltere-Hollanda-ABD ortak girişimi olan IRAS yani, *Kızılötesi Astronomi Uydusu* adı verilen uzay gözlemevi tarafından yapılmıştı. Sadece 26 ışık yılı uzaklıktaki Vega, gece göğündeki en parlak yıldızlardan biridir ve bu epeyi incelenmiş yıldızın daha önceden akla gelmeyen bir döküntü diskıyla çevrelendiğinin keşfi cidden hayret uyandırmıştı. Vega yıldızında merkezlenmiş yayvan bir kızılötesi ışınlam kaynağı olarak boy göstermişti. Şimdi, Vega Güneş'ten epeyce genç bir yıldızdır. Vega çevresinde bir toplanma diskinin bulunması kesinlikle çoğu sıradan yıldızın, hatta belki de hepsinin, meydana gelişleri sırasında ve hemen sonrasında böyle bir diskle çevrelendiği izlenimi vermektedir. Nihayetinde bir şey –bir ihtimal ışınlam basıncı, yıldız rüzgârı ve gezegen oluşumunun bir birleşimi–diski toparlamaktadır. Ama bu zaman almaktadır. Ve o sırada bulutsudan ihtimal ki ek cisimler temerküz etmektedir.

IRAS birçok başkasının yanı sıra, [Ressam Takımyıldızındaki] Beta Pictoris adı verilen bir yıldızın çevresindeki toplanma diskıyla ilgili de kızılötesi kanıt sağlamıştı. Bundan kısa bir süre sonra Arizona Üniversitesi'nden Bradford Smith ve [NASA] Jet Propulsion Laboratory'den Richard Terrile yerdeki bir teleskopa, yakında fırlatılacak bir uzay gözlemevi için geliştirilen, özel bir yüksek duyarlıklı kamera bağlayıp Beta Pictoris toplanma diskinin görünür ışıktaki fotoğrafını çekmeyi başarmışlardı. Disk merkezdeki (söz konusu fotoğrafta ışınlamı, diskten yansıyan çok daha zayıf ışığı boğup iyice soldurmasını diye örtülen) yıldızdan [iki yana doğru] en azından 400 Gök Birimi kadar uzanmaktadır.



73. Beta Pictoris yıldızının bu resminde bir ihtimal bir başka güneş sistemi oluşumunun geç aşamaları sergilenmektedir. Yıldızın kendisi (resmin ortasında) daha sönük döküntü diskini (çapraz şekil) ortaya çıkarmak için teleskopta maskelenmiştir. Neredeyse yanlamasına görünen bu sönük disk belki ancak birkaç milyon yıl yaşındadır. Resim Şili, Las Campanas Gözlemevi'ndeki 2,5 metre çaplı teleskopla (Arizona Üniversitesi'nden) Bradford A. Smith ve (NASA, Jet Propulsion Laboratory'den ["Tepkili Motor Laboratuvarı"]) Richard J. Terrile tarafından çekilmiştir. Bradford A. Smith ve Richard J. Terrile'in müsaadeleriyle.

Bu Güneş'in erken tarihindeki bir resmi olsaydı, toplanma diski bilinen en uzak gezegenin yörüngesinden çok daha öteye (yaklaşık 30'la 40 GB arasındaki bir mesafeden daha dışarı) kadar uzanırdı. Smith ve Terrile diskin iç kısmında nispeten döküntü yokluğu sonucuna varmakta ve bu bölgenin çoktan –her nasılsa doğrudan görülemeyecek kadar küçük– gezegen yoğunlaşmaları nedeniyle silip süpürüldüğünü ileri sürmektedirler. Bu aralar

genç yıldızlar çevresindeki birçok başka toplanma diski daha gözlenmiştir. Şunun şurasında bir milyon yıl önce meydana gelen bebek yıldızlar çevresinde de toplanma disklerine rastlanmıştır.

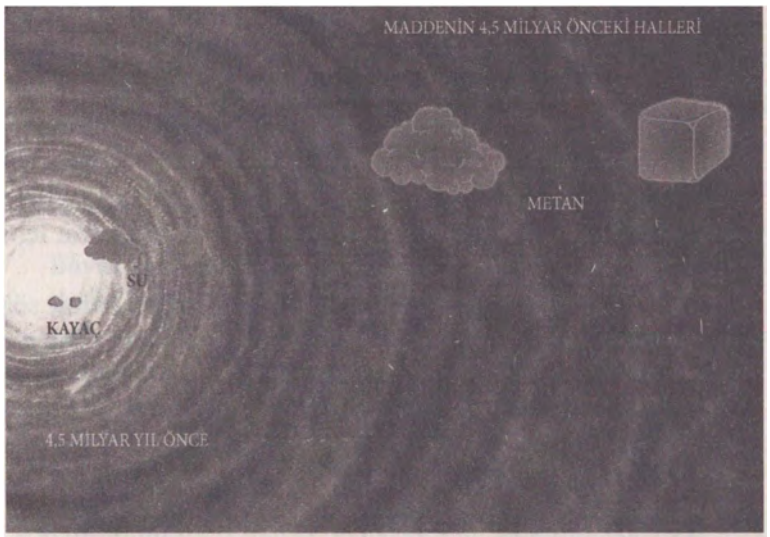
Böylece Kant-Laplace hipotezi temelleri bakımından artık doğrulanmış gibi görünmektedir, hem de ikisinin de kıvanç duyacağı bir teknoloji sayesinde. Güneş, gezegenler ve ayları, hepsi aynı dönen ve çöken gaz ve toz diskinden temerküz etmiştir. Bütün gezegenler bundan ötürü Güneş'in döndüğüyle aynı düzlemde dolanır. Newton'un gezegen hareketinin düzenliliğinin ilahi müdahalenin doğrudan kanıtı olduğuna dair görüşünün yerini daha evrimci başka bir görüş almıştır. Elbette bu da doğa yasalarınca belirlenir ki, istersek pekâlâ bunu da tanrıya veya tanrılara atfedebiliriz. Güneş sisteminin kökeni ve tarihiyle ilgili anlatısında neden Tanrı'nın hiç bahsi geçmediği –şu Allah'ın işine bakın, Napolyon tarafından– sual edildiğinde Laplace, “Haşmetmeab, o faraziyeyle hiç ihtiyacım yok.” diye cevap vermişti.

İzninizle şimdi Kant-Laplace hipotezinin, özellikle kuyruklu yıldızların kökeni ve evrimini göz önünde bulundurduğumuz, modern bir yorumunu ele alalım. Doğrudan spektroskopik kanıtlar sayesinde yıldızlararası gazın, karmaşık organik moleküller dahil birçok başka maddeler bakımından da zengin olmasına rağmen, esasen hidrojen ve helyumdan meydana geldiğini biliyoruz. Yıldızlararası uzayın gazın dışındaki diğer başlıca bileşeni muazzam sayıda toz tanesidir. Bunlardan biri önünüzdeki masanın üstüne koyulsa hiç fark edilmez. Tipik bir toz tanesinin çapı milimetrenin binde biri kadardır. Ama muazzam sayıda toz tanesini yüzlerce veya binlerce ışık yılı boyunca bir yere yığarsanız, arkasındaki yıldızları karanlığa gömmeye yetecek kadar toz elde edebilirsiniz. Tanelerin kimyası hakkında da çıkarım yapılabilir. Çoğu –çok kabaca eşit oranlarda– buzlardan, silikatlardan ve organik bileşiklerden müteşekkildir. Samanyolu'nun her yerindeki yıldızlararası bulutlar bu gaz ve tane karışımından meydana geldiği için, çöken güneş bulutsusunu da ilk zamanlarında bu teşkil etmiş olmalıdır. Aynı şekilde yıldızlararası uzay normalde tanelerden çok gaz barındırdığından, bu durum büyük ihtimalle güneş bulutsusu için de geçerliydi.

Bulutsu büzülüp yo  ğunlu   arttığında, taneler birbiriyle daha sık çarpışır. Kısımın bu tanelerin organik ve buzlu içeriği yüzünden.   arpı  tıkları  nda birbirine yapışma eğilimi gösterirler. Büyük taneler k    kleri kendilerine ba  lar. Ama bütün bunlar kapalı kapılar arkasında sürmez. İlkel Güneş ışıl ışıl parlamaya ba  lamı  tır. Diskin dı   bölümleri metan veya karbon monoksit gibi egzotik buzların maddenin artan yoğunlaşmasında hâlâ gayet sağlam kalmasına yetecek kadar soğuktur. Ancak i   güneş sisteminin tam göbeği su buzu için bile aşırısı sıcaktır. Orada tanelerin üstündeki buzlar buğulaşıp dağılır ve geri kalan ağırlıkla silikatlardan meydana gelir. Bir kaya parçasını kaynaması için Güneş'in çok yakınına taşımanız, arada sadece birkaç milyon kilometre kalacak kadar yakla  tırmamız gerekir. Bütün bunların sonucunda, i   güneş sistemindeki maddenin yapısı muhakkak ki dı   güneş sistemindeki maddenin yapısından çok farklıydı: İşte silikatlar, dı  taysa buzlar ve organik bileşikler ağır basıyordu.

Çeşitli hesaplamalara göre, bulutsunun dört bir tarafında pek çok kilometre çaplı cisim birikmiş olmalıydı: silikat bakımından zenginler içerde, buz bakımından zenginler dışarda. Muhtemelen bu cisimler esasen tanelerin tek tek çarpışması yoluyla değil, güneş bulutsusundaki birkaç kilometre çaplı cisimlerin çabucak ve öncelikle meydana geldiği yapısal bir kütle çekimsel dengesizlik sonucu ortaya çıkmıştır.

Hem toz hem de gaz, kütle çekiminin etkisiyle      p diski meydana getirmişti. Ama hidrojen gibi öylesine t  y sıklet dolaşısıyla hızlı hareket eden bir molek  l   tutmak için dünya kadar kütle çekimi gerekir. Bulutsunun orta bölümünde kilometre çaplı topraklar çarpışmış ve az sayıda madde kümeleşmesi çevresindeki soğuk gazı alıkoyabilecek kadar daha büyük cisimler haline gelmişti. Bu dev gezegenlerin aldığı evrim yoluydu. Asıl toplanma çekirdeği uçsuz bucaksız bir gaz k  resiyle kaplıydı. Daha sıcak i   güneş sisteminde buzlarından yoksun kalan taneler, daha yavaş büyümüştü ve sıcaklıklar daha yüksekti. İki etki de gazın büyüyen ta  sı küreler tarafından yakalanmasını daha g    le  tirmi  ti. Bu da yerbenzeri gezegenlerin aldığı evrim yoluydu.



74. Güneş bulutsusunun ilk zamanlarındaki yoğunlaşmanın şematik resimlemesi. Bulutsuya tepeden bakıyoruz. Işıldayan sıcak iç kısmı solda gösterilmiştir. Ortaya çıkmakta olan Güneş'ten uzaklaştıkça sıcaklık da düşmektedir. Üç farklı madde gözler önüne serilmiştir: metan (CH_4), su (H_2O) ve silikatlar (SiO_2). Küpler katıları, bulutlar buharları belirtmektedir. Güneş bulutsusunun en dıştaki kısımlarında metan yoğunlaşıp katı hale dönüşmüştü, daha içteyse sadece gaz halinde bulunuyordu. Su güneş sisteminin epey içlerine kadar buz halindedir, silikatlar ise neredeyse Güneş'in yüzeyine kadar katı halinde kalmıştır. Taşlı gezegenler güneş sisteminin iç kısmında, buzlu cisimlerse daha dışta oluşmuştur. Diyagram: Jon Lomberg/BPS.

İri cisimler bitişik yörüngelerdeki daha ufakları toparlıyordu. Göreceli hızlarının düşüklüğü nedeniyle, iki cisim yumuşakça çarpışıp birleşme eğilimi gösteriyordu. Sonuçta yörüngeleri asla kesişmeyen az sayıda büyük cisim ortaya çıkmıştı. Bunlar gezegen halini almıştı. Bu süreçte bir tür çarpışmaya dayalı doğal ayıklanma iş başındadır. Çok sayıda kaotik yörüngeli büyüyen cisimle yola çıkılır ama çarpışma ve büyümenin yanı sıra dünyaların ancak nadiren parçalandığı bir süreçle, güneş sistemi bir düzene kavuşur, sadeleşir. Dünyaların sayısı habire düşer, trilyonlardan binlere oradan da düzinelere iner. Gezegenlere bugün baktığınızda gayet uygun bir şekilde aralıklı dizildiklerini, yörüngelerinin genelde neredeyse tamamen dairesel olduğunu;

Plüton vakası⁶⁴ dışında birbirinden uzak durduklarını görürsünüz. İlk zamanların hayli dış merkezli cisimleri tehlikedeydi; çok geçmeden ya bir dünyayla çarpışacak ya da güneş sisteminden dışarı atılacaktı. Sonuçta kalan gezegenler tesadüf eseri onları komşularından yalıtın yörüngelerde gelişenlerden ibaretti. İyi ki de yalıtıldılar; sık sık tekrarlanan ve dünyaları paramparça eden çarpışmalar büyük bir ihtimalle hayatın gelişmesi için uygun değildi.

Bu şekilde meydana gelen gezegenler Güneş'in çevresinde söz konusu gezegenler için bugün kavradığımız türden yörüngelerde dönecekti. Kimsenin söz gelişi neden altı veya kırk üç değil de tam dokuz gezegenin ortaya çıkması gerektiğini ispatlamaya gücü yetmemesine –ve nihai gezegen sayısının hepten bir çarpışma istatistiği meselesi olmasına– rağmen, genel tasvir son derece başarılıdır ve sadece yörüngeleri açıklamakla kalmayıp, yerbenzeri gezegenlerle dev gezegenler arasında bugün gözlediğimiz genel kimyasal farkları da açığa vurmaktadır.

Çöken bir gaz ve toz diskinin yassılaşıp daha hızlı döndüğünü, tane çarpışmalarının gitgide daha büyük cisimler ürettiğini, sonunda ortaya çıkıp çarpışmaya ve daha da büyümeye devam eden kilometre çapındaki cisimleri zihninizde canlandırdığınızda, aklınıza bir soru düşer: Bütün o kilometre çapındaki cisimlerin başına ne geldi? Hiç kalan var mı? Büyüyen gezegenler onlara tosladığında hepsini silip süpürdü mü, içlerinden bazıları güneş sisteminin meydana geldiği devirden bu yana değişmeden bir yerlerde varlıklarını sürdürüyor olamaz mı?

O başlangıçtaki küçük dünyalar topluluğunun akıbetini göz önüne aldığımızda, yeni bitmiş dev gezegenlerle kütle çekimsel etkileşimin kilometre çaplı bir sürü dünyayı, açık tribünlere beyzbol topu fırlatan bir otomatik top atma makinesiymişçesine, yüz milyon yıl boyunca dakikada bir güneş sisteminin en dıştaki kütle çekimsel sınırına fırlatmış olacağını fark ederiz. Oort Bulutu işte böyle ortaya çıkmıştı. Burada dört buçuk milyar yıl önce Güneş'ten buharlaşmanın da çarpışmaların da hatta hiçbir

64. Bu nedenle bazı bilim insanları Plüton'un Neptün'den [çekiminden] kurtulmuş, düzenli aralıklarla olay yerine geri gelen bir uydu olduğunu varsaymışlardır.

şeyin onları dönüştüremeyeceği kadar uzakta tecrit edilen bir ilkel cisim nüfusu vardır. Güneş sistemi bunlardan meydana gelmiştir ve onlar bizi Oort Bulutunda beklemektedir. Güneş sisteminin sınırlarından gelen tek bir kuyruklu yıldız bile bir astronomun hayallerinin gerçekleşmesidir.

Büyük gezegenlerin meydana geliş evresi boyunca gezegenlerin yanı sıra ihtimal ki bir yığın kuyruklu yıldız benzeri yapıya sahip *küçük* yoğunlaşmanın bulunduğunu varsaymak akla uygun gibi görünmektedir... bu başıboş cisimlerin çoğu önünde sonunda gezegenler (veya proto-gezegenler) tarafından massedilmiştir ama bu kümeleşme döneminde küçük yoğunlaşmaların birçoğunun, onları epey dış merkezli yörüngelere oturtacak, büyük tedirginliklere maruz kalmaları kaçınılmaz olacaktı. Günberi geçişlerindeki müteakip tedirginlikler... dışa doğru... bir yayılma sürecini başlatacaktı... Günberiyi büyük gezegenler bölgesinin dışına taşımak için gereken bu zayıf yıldız tedirginlikleri... kuyruklu yıldızların kurtuluşuna hissedilir ölçüde katkıda bulunmaz. Başlıca etkileri onları yarı-kalıcı bir şekilde güneş sistemini çevreleyen büyük bulutta "tutmaktır"... Yıldız tedirginlikleri yörüngeyi artık güneş sisteminin iç kısmından geçmeyecek şekilde bir kere saptırdı mı, buğulaşma hemen hemen durur ve kuyruklu yıldızlar uçucu bileşenlerini pekâlâ günümüze kadar koruyabilir.

-J. H. OORT, "EMPIRICAL DATA ON THE ORIGIN OF COMETS" ["GÜNEŞ SİSTEMİNİN KÖKENİYLE İLGİLİ GÖRGÜL VERİLER"], G. P. KUIPER VE M. MIDDLEHURST (DER.), *THE SOLAR SYSTEM* ["GÜNEŞ SİSTEMİ"] İÇİNDE, 4. CİLT, CHICAGO, 1965

1960'larda güneş sisteminin erken tarihi konusunda uzman bir Rus V. S. Safronov ve 1981'de genç bir Uruguaylı astronom J. A. Fernandez'le Almanya'dan W. H. Ip, kuyrukluysıldızlarla ilgili ilkel cisimler (şu kilometre çaplı cisimler) Jüpiter'le Satürn'ün civarında meydana geldiyse, bu masif gezegenlerin yol açtığı kütle çekimsel tedirginliklerin bunları hepten güneş sisteminin dışına atacağını göstermişlerdi. [Onlara göre] ancak bu proto-kuyrukluysıldızlar daha az masif gezegenlerden Uranüs ve Neptün'ün civarında doğmuşsa, bunların kütle çekimsel etkisi kuyrukluysıldızlarla ilgili söz konusu cisimleri güneş sisteminin dışına değil, Oort Bulutunun içine atma eğilimi gösterirdi. Böylece bu ilkel buzlu ve taşsı dünyalar güneş sisteminin dört bir tarafında yoğunlaştıysa, çoğu gezegenlerin terkibi sırasında ve yıldızlararası uzaya fırlatılarak tükenirdi. Gene de en azından trilyonlarcası Oort Bulutuna taşınırdı.

Proto-kuyrukluysıldızlar Jüpiter'in civarında meydana geldiyse egzotik buzlar günümüze ulaşamazdı; hele Güneşe daha yakın bir mesafede meydana geldiyse bayağı su buzu bile korunamazdı. Nitekim birbirinden bağımsız iki tasavvur da –yani, ilkel kuyrukluysıldızları en uygun maddeden oluşturma ve onları en uygun yörüngelere fırlatma– kabaca Uranüs ve Neptün civarındaki bir mahrece işaret etmektedir.

Görünüşe bakılırsa, kuyrukluysıldızlar son kertede, yaklaşık 4,6 milyar yıl evvel, ayların ve gezegenlerin oluşumundan biraz önce, güneş bulutsusunun içindeki yıldızlararası tanelerden meydana geldi. Birçok kuyrukluysıldız birbiriyle çarpıştı, daha büyük cisimler oluşturdu ve gezegenlerin yapımı için kendilerini feda etti. Gezegenimiz de buz açısından zayıf, kayaç bakımından zengin bu tür cisimlerden ortaya çıkmış gibi gözükmektedir. Birçok başka kuyrukluysıldızsa, er ya da geç, dev gezegenlerin özellikle de Jüpiter'in yakınından geçtiklerinde, kütle çekiminin etkisiyle hepten güneş sisteminin dışına atıldı. Ancak hesaplamalar çok açık bir şekilde ilk kuyrukluysıldızların önemli bir öbeğinin güneş sisteminin epey uzak erimlerine fırlatılmış olduğunu, burada da gelip geçen yıldızlarla yıldızlararası bulutların yol açtığı gelişigüzel kütle çekimsel karışıklıkların bunları daha dairesel, gelişigüzel eğimli yörüngelere itmiş bulunacağını göstermektedir. Muhtemelen hepsi güneş sisteminin tam kenarına

fırlatılmamıştı. Zaten hesaplamalar yüzlerce ile on binlerce Gök Birimi arasında değişen uzaklıklar kadar dışta hemen hemen dairesel yörüngelere sahip –gelip geçen yıldızların meydana getirdiği kütle çekimsel çalkantılardan etkilenmeyen– önemli bir kuyruklu yıldız öbeğini öngörmektedir. İhtimal ki kuyruklu yıldızlar bu mesafelerde güneş bulutsusunun toplanma diski içinde de vücuda gelmiştir. Bu nedenle iç Oort Bulutunun tipik bir sakini muhtemelen Yer'deki bir astronom tarafından asla görülmemiştir. Birkaç kilometre çapındakilerden çok daha büyük kuyruklu yıldızların Oort Bulutuna fırlatılmış olması tamamen akla uygundur. Gene de bunlardan nispeten çok az vardır ve bunlardan birinin uzayda bizim kapladığımız küçük ama iyi aydınlatılmış hacme doğru yönlendirildiğine çok daha nadiren tanıklık edeceğiz.

Halihazırdaki genel kabul gören manzara doğruysa, tipik bir kısa devirli kuyruklu yıldız güneş sisteminin hemen hemen beş milyar yıl önceki doğuşu sırasında yoğunlaşmış bir yıldızlararası madde katışmacıdır. Bu katışmacı yeni oluşan gezegenlerden, Uranüs veya Neptün tarafından güneş sisteminin sınırlarına fırlatılmış, orada gelip geçen yıldızların kütle çekimine maruz kalması sonucu yörüngesi neredeyse dairesel hale gelmiştir. Birkaç milyar yıl sonra bunlardan başka yıldızlar ve yıldızlararası bulutlar kuyruklu yıldızı güneş sisteminin gezegenlere ait bölümüne sevk etmiştir. Burada gezegenlerle –bu sefer özellikle Jüpiter'le– yakın temas, büyük eliptik yörüngeyi kısa devirli bir kuyruklu yıldızın daha mütevazı boyutlarına indirgemıştır. Yuvaya dönüş uzun bir süre ertelenmiş ve güneş sistemi ara dönemde epeyce değişmiştir.

Tanıklık ettiğimiz diğer her şey gibi, kuyruklu yıldızlar da doğar, bir süre yaşar sonra da ölür –veya en azından kayıplara karışır. Kısa devirli bir kuyruklu yıldız Uranüs'ten Oort Bulutuna oradan da Jüpiter'e katettiği uzun yoldan sonra, başına başka ne gelir? Kuyruklu yıldız iç güneş sistemini bir baştan bir başa geçtiği her seferinde bir dizi riske göğüs gerer. Önünde sonunda kader onu zayıf yerinden yakalar. Kimilerini her günberi geçişi bir metre kadar küçültür, öyle ki nihayetinde pek bir şey kalmaz. Kimi kuyruklu yıldızlar da yoluna çıkan bir şeyle çarpışır, şekil değiştirip bambaşka bir dünya haline gelir veya

yıldızlararası boşluğa doğru koyulur. Bu birkaç yazgının bugün gezegenler için ve görünüşe bakılırsa muhtemelen bizim için de ciddi sonuçları olduğu anlaşılmıştır. Takip eden kısımlarda bu bağlantıların izini süreceğiz. Bu kısımlarda güneş sisteminin evrimiyle kuyrukluysıldızların doğum ve ölümünün bir grafik özeti ortaya koyulmaktadır.

Bir kuyrukluysıldız çeşitli şekillerle ölebileceğinden –iç güneş sistemine Jüpiter’in kütle çekimiyle yeni kuyrukluysıldızlar seferber edilmiyorsa– bir süre sonra kısa devirli kuyrukluysıldızlardan hiç kalmayacaktır. Yer’deki gibi, yakın geçmişte göçüp gidenlerin yerini yeni, yaşam dolu ama nispeten deneyimsiz bir nesil alacaktır.

Kuyrukluysıldızlar gezegenlerin evrimindeki ara istasyonlardır. Epey şey görmüşlerdir. Güneş sisteminin ortaya çıktığı günlerin kalıntıları olarak bize çok şey anlatabilirler. Kuyrukluysıldızlar da gezegenler de yıldızlararası maddeden vücuda gelmişlerdir. Aralarındaki fark gezegenlerin, güneş sisteminin başlangıcından beri fiziksel ve kimyasal bakımdan epeyce yeniden işlenmesidir. Oysa Oort Bulutunun kuyrukluysıldızları zamanın yıkıcı etkilerinden nispeten sağ salim kurtulmuşlardır. Kuyrukluysıldızların uzay araçlarıyla keşfinin şafak vaktini harekete geçiren ana saik budur. Kuyrukluysıldızları incelerken, kendi miladımızı incelemekteyiz.

13. kısım

göçüp gitmiş

kuyruklu yıldızların hayaletleri

*Sık sık yıldızları göreceksin, rüzgâr alan bir yerde,
Yıldırım gibi geçerken gökyüzünden hem de
gece boyunca başları önde
Bıraktıkları uzun köpüren alev dalgalarını peşlerinde*

–VERGILIUS, GEORGICA, 1. KİTAP

*Bulutsuz, dingin bir gökyüzünde, kimi kez birden beliren bir ateş kı-
pırtısız gözleri devindirir, tutuştuğu yörede hiçbir şey eksilmediği ve
ömrü de uzun sürmediği için, yer değiştiren bir yıldız izlenimi verir;*

–DANTE ALIGHIERI, PARADISO [CENNET], XV. KANTO

Onları daha görmeden onlardan bahsedildiğini duyarsınız. Yetişkinler birbirine “Dün gece akanyıldızları gördünüz mü?” diye sorar. Gece geç saatlere kadar uyanık kalıp onları kendi gözünüzle görmeniz için daha ne kadar büyümeniz gerektiğini merak edersiniz. Kelimeler trajik bir şeyi akla getirir: Bir yıldız yıllarca tepeden bakar ve sonra, mahrem bir ihlali yüzünden, gözlerimizin önünde alçalır. Kozmik adalet.

Büyüdüğünüzde, mesela on yaşındayken ve nihayet ilk akan-yıldızınızı gördüğünüzde, keyiflenirsiniz; bir havai fişek gibidir. Kendinizi alamazsınız. Ağzınızdan bir “oh” veya bir “ah” nidası dahi çıkabilir. Hafızanızı yoklar, eskiden yukarıda duran herhangi bir yıldızın artık kayıplara karışıp karışmadığına anlamaya çalışırsınız. Ancak bu zor bir iştir. O kadar çok soluk yıldız vardır ki. Hatta her gece akmasına rağmen yıldızların nasıl hâlâ hepten tükenmediğine şaşarsınız.

“Akanyıldız” deyimi bir evren modelinin ayrılmaz parçası kılınmıştır: Yıldızlar gök kubbeyle bağlantısını koparıp Yer’e baş aşağı düşer. Öyleyse yıldızlar küçük şeyler olmalıdır. Işık noktasının ufuk çizgisinden başucuna doğru şimşek gibi geçtiğini, ışıldadığını sonra da ortadan kaybolduğunu görürsünüz. Nereye gitti acaba? Aksi yönde, başucundan ufuk çizgisine doğru düşmesi daha doğalmış gibi gelir. Bunun üzerine –görünüşe göre ışık izinin bittiği yere doğru hızla yürüyerek– düşmüş bir yıldız aramak için dolduruşa kapılabilirsiniz. Belki komşu ilçededir. On yaşında ne bulacağınızı sanırsınız? Beş köşeli, yaldızlı kâğıda sarılı bir şey mi, karda parıldayan? Bir ihtimal.

Elbette “akanyıldız” ve “şimşek taşı” bilimsel terimler değildir. Doğru kelime meteordur. Meteor, Yer’in atmosferi boyunca düşerken, bir ışık izi meydana getiren bir cisimdir. Magnezyumlu bir işaret fişeği gibi bir şeydir. Kimi zaman karıştırıldıkları kuyruklyıldızların aksine meteorlar tabii ki gökyüzünün bir başından bir başına şimşek gibi geçer. Çok küçüktürler. Eğer bir tanesi benzersiz bir göz alıcılıkla düşerse, ona sporadik meteor denir. Bu hepsi birden aynı gece gökyüzünün aynı bölgesinden düşen bir grup meteordan biriye, o bir meteor yağmurunun parçasıdır. En parlak meteorlara ateş topu adı verilir ve ateş toplarının en parlakları Ay’ı hatta Güneş’i bile gölgede bırakabilir. Parlak başına bir ışık çizgisiyle dağınık kıvılcımlar eşlik eder. Bazen ateş topu düştükten sonra gün ağarınca koyu renkli bir duman izi görülebilir. Aslında bir akanyıldız yere çarpmaz. Çizgiyi gözerimine kadar takip eder, komşu ilçeye koşturur ve gerçekten de gökyüzünden yakın zamanda düşmüş bir kaya parçası bulabilerseniz, bu bir meteor değil bir meteorittir. Son ek meteoritlerin meteorlardan kaynaklandığını ve bu nedenle meteorlardan daha küçük olduğunu akla getirir. Ne var ki bu genelde doğru değildir. Arizona’da yerdeki o büyük çukura Meteor Krateri denir ama o çukuru açan cisim bir meteor olamayacak kadar büyüktü. Bir meteoritti. Buna rağmen meteoritler başka dünyaların parçalarıdır. Akla uygun bir tahminle meteorlar da.

“Meteorlar acemice fısıldar tepede” Amerikalı yazar Loren Eiseley’nin hoş ve çağrıştırmalı bir dizesidir. Aslında meteorların fısıltılarını sadece kendileri duyar. Üst atmosfer tabakasının bir

başından bir başına aşağıdan işitilemeyecek kadar sessizce geçerler. Victoria devri dramlarındaki kuyruklu yıldızlar ve çocuklar gibi, görülürler ama asla duyulmazlar. Oysa asteroitlerden veya Ay'dan veya Mars'tan veya tükenmiş kuyruklu yıldızlardan uflanmış kırıntılardan meydana gelen meteoritler *işitilebilir*; onlar ve ateş topları bazen bir ses patlaması üretebilir veya şiddetli bir gümbürtü çıkarabilir. Bunlar başka bir gökcisminin çıkarıp da Yer'deki kulakların yardımcı bir araç kullanmaksızın herhangi bir zamanda duyduğu yegâne seslerdir.

Daimakhos, *Dindarlık Üzerine* adlı incelemesinde ... aralıksız yetmiş beş gün boyunca, gök kubbede sanki tutuşmuş bir bulutmuşçasına, hiç durmayan, aksine çapraşık ve düzensiz hareketlerle ilerleyen, bundan ötürü bu dağdağa ve koşuşturma sırasında kopan tutuşmuş parçaları her yöne yayılan, aynen akanyıldızlar gibi parlayan muazzam bir alevli cisim görüldüğünü ... söyler. Ancak [cisim] daha sonra söz konusu yörede yere vardığında ve yöre sakinleri düştükleri dehşet ve hayretten kurtulup kendilerine geldiklerinde [etrafında] toplanmışlar, bir de bakmışlar ki, ortada ne bir ateş ne de alevlerden bir eser var, yerde sadece bir taş duruyormuş, gerçekten de büyükmüş ama boyutları o ateş körüğüyle kıyas kabul etmezmiş. Daimakhos'a sabırlı dinleyiciler gerektiği aşikârdır.

—PLUTARKHOS (MS Y. 46'DAN Y. 120'YE), *BÍOI PARÁLLÊLOI*
[HAYATLAR], "LYSANDROS'UN HAYATI"

Bilimin ortaya çıkışından önceki kültürler meteorları –kuyruklu yıldızlar gibi– şunun ya da bunun, genellikle yaklaşan bir kötülüğün alameti kabul ederlerdi. Nadirense başka açıklamalar dile getirilirdi. Batı Afrika'da meteorlarla meteoritleri bir tür güneş dışkısı varsayan gelenekler vardır. Bir meteorun Yer'e düşen bir yıldız gibi kavranmasına benzer şekilde, Atakhame halkının bu inancı boş değildir. İlerde göreceğimiz

üzere, ateş olmayan yerden duman çıkmaz. Hererolar onlara “vızıldayan taşlar” derler ki, şüphesiz bu düşen bir meteorla ilgili doğrudan yaşanmış bir deneyimi yansıtır. Meteorları başka geleneklerde ölümlerin yeniden doğmak üzere Yer’e dönen ruhlarıdır; ya da şimşek taşlarıdır⁶⁵; ya da en yüce varlık Mbomvei’nin habercileri. Jukun halkı bir meteorun bir yıldızdan ötekine taşınan bir yiyecek armağanı yani, bir dünya dışı paket yemek servisi olduğunu farz eder. Kambalara göre, bir meteor yıldızlarda yaşayan varlıkların söz konusu gün Yer’i ziyaret ettikleri anlamına gelen bir tür kraliyet armasıdır. Afrika’da İslami devirde bir akanyıldız, cennete çıkmaya can atan cinlerin önünü almak için meleklerin attığı bir hançer diye tasvir edilirdi. Ama genelde –Afrika ve dünyanın dört bir tarafında– meteorlara, kuyruklu yıldızlar gibi, kıran, afet, büyü ve ölümün alameti gözüyle bakılırdı. Muhtemelen meteorlara kuyruklu yıldızlara kıyasla çok daha sıkça rastlanmasından ötürü –sabırlı biriyseniz, herhangi bir bulutsuz karanlık gecede onların düştüğünü görebilirsiniz– meteorlara atfedilen kötülükler kuyruklu yıldızların sorumlu tutulduklarından çok daha sıradan olma eğilimi gösterirler.

Çinliler (tabii ki), eski zamanlardan beri, meteor yağmurlarının özellikle renklerine dikkat kesilerek itinayla kayıtlarını tutmuşlardı. MÖ 23 Mart 687’deki bir hadisenin anlatıldığı bilinen en eski tasvir “Yıldızlar sağanak gibi yağdı”, *Ch’un Ch’iu* yani, *Genişletilmiş İlkbahar ve Sonbahar Vakayinameleri* adlı eserdir. İlkçağ ve ortaçağ Avrupası’nda meteorlarla ilgili dikkatli bir kayıt tutma neredeyse bilinmeyen bir işti. Gerçi az rastlanır parlak bir ateş topu kayda değer sayılmıştı. Örneğin –büyük ölçüde mahşer günü diye ilan edilen– 1000 yılından kalma çağdaş bir anlatıda şunlar dile getirilmektedir:

Gök kubbe yarıldı ve arkasında bir şimşegin yoluna benzer uzun bir ışık izi bırakan bir tür alevli meşale Yer’e düştü. Parlaklığı o kadar muazzamdı ki, sadece açık arazidekiler değil evlerindeki bile korkmuştu. Gökteki yarık yavaş yavaş kapanırken, insanlar dehşet

65. Bir zamanlar çeşitli aletlerin yapımında kullanılan çakmak taşlarının gökten düşmüş yıldırımlar olduğuna inanılırdı. Nitekim Türkçede meteorun bir adı da şimşek taşıdır (bkz. TDK Büyük Türkçe Sözlük). (ç.n.)

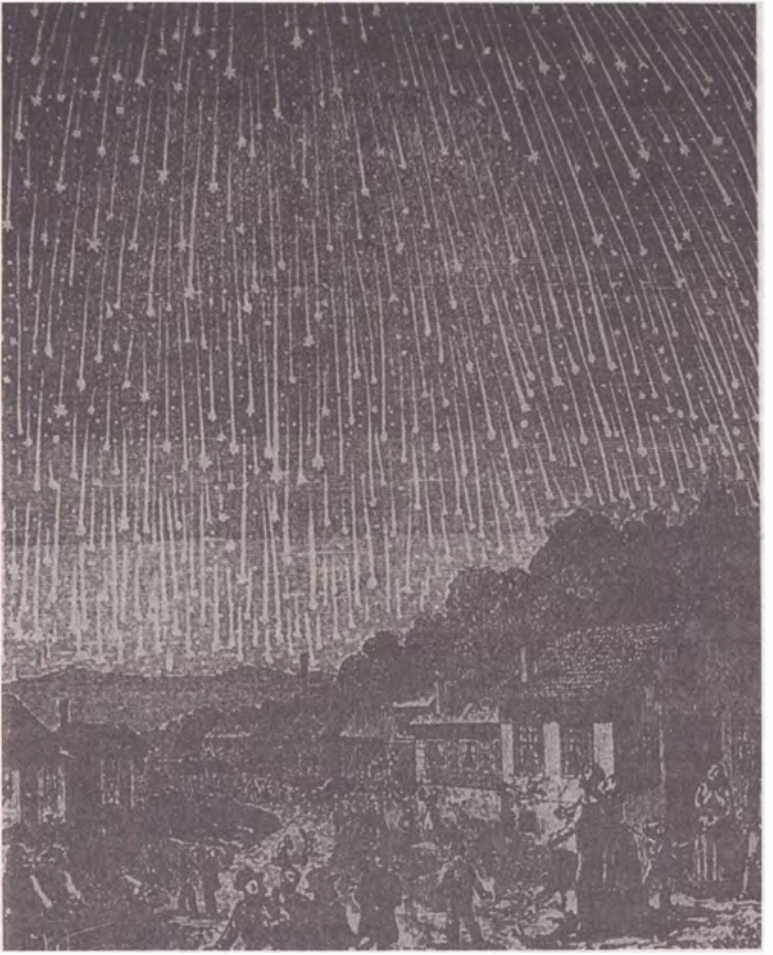
içinde ayakları mavi ve başı sanki büyüdüğü büyüyen bir ejderha figürü gördü.

Meteorlarla ilgili modern bilimsel merak Alman bilim insanı Alexander von Humboldt'un Camana [Tepesi] Venezuela'da 11 Kasım 1799 gecesi [gözlediklerine] dair aşağıdaki anlatısıyla uyanmıştı:

Sabaha karşı ikiden sonra en sıra dışı meteorlar doğu yönünde görülmüştü. Onları ilk gören temiz havanın keyfini çıkarmak için [erken] kalkan Mösyö Bonpland'dı. Dört saatlik bir zaman aralığında binlerce ateş topu ve akanyıldız birbirini izlemişti... Görüngünün ilk ortaya çıktığı andan itibaren gökte Ay'ın çapının üç katına eşit bir uzamda anbean ateş topları ve akanyıldızla dolu olmayan bir yer kalmamıştı... Bu meteorların hepsi beşle on derece arasında değişen bir uzunlukta ışıldayan izler bırakmıştı... bu izlerin veya ışıldayan şeritlerin fosforıysa yedi veya sekiz saniye sürmüştü. Akanyıldızların çoğunun Jüpiter'in tekeri kadar büyük, parlak ışık kıvılcımları oklayan çok belirgin bir çekirdeği vardı... Bu meteorların ışığı kırmızımsı değil beyazdı... Görüngünün saat dörtten sonra derece derece arkası kesilmişti ama şafak vaktinden çeyrek saat sonra kuzeydoğuya doğru beyazımsı ışıklarıyla hareketlerinin seriliği sayesinde hâlâ bir kısmını ayırt edebilmiştik.

Humboldt Avrupa'dakiler dahil birçok gözlemcinin o gece aynı mucizeye tanıklık ettiğini öğrenmiş ve bu şeyin Yer'in büyük bir alanında ve atmosferin epey yükseklerinde vuku bulan bir meteor yağmuru olduğu sonucuna varmıştı. Ancak bu apaçık vargı çok sayıda sorun yaratıyordu:

Bu ışıldayan meteorların kökeni ne olursa olsun, vakum pompalarımızın yarattığı boşluktan daha az hava bulunan bir bölgede ani bir tutuşma meydana geldiğini tasavvur etmek güçtür... Acaba bu muazzam {meteor yağmuru} görüngüsünün düzenli aralıklarla tekrarlanması atmosferin durumuna mı bağlıdır? Yahut Yer tutulumunda ilerlerken atmosfere dışarıdan gelen bir şey yüzünden mi? Bütün bu konularda hâlâ insanlığın Anaksagoras'ın devrinde olduğu kadar cahiliz.



75. 13 Kasım 1833'teki muazzam Aslan [Aslan Takımyıldızı Meteor] Yağmurunun [veya Leonitler'in] bir görgü tanığı tarafından çizilen temsili resmi. Fletcher Watson'un *Between the Planets* (Harward University Press, 1956) adlı eserindeki örnek alınarak.

Gece hava açıktı; Ay çıkmamıştı. Meteorlar sadece muazzam sayılarıyla değil özgül ihtişamlarıyla da ayırt ediliyordu. O geceyi asla unutmayacağım... İzleyen iki üç saat boyunca aklımdan hiç çıkmayacak bir manzaraya tanıklık ettik. Şimşek taşları kimi zaman aynı anda birkaç tanesi birden görülecek şekilde gitgide sayıca arttı. Bazen başımızın üstünde kavis çizdiler, kimi zaman sağdan kimi zaman da soldan geldiler ama hepsi doğudan saçıldılar. Gece ilerledikçe ufuk çizgisinden Aslan Takımyıldızı yükseldi ve işte o zaman sağanağın fevkalade niteliği ortaya serildi. Bütün meteorların izleri Aslan'dan yayılıyordu. Bazen bir meteor sanki neredeyse üstümüze üstümüze geliyordu ve ardından izlediği yol o kadar kısalıyordu ki, hemen hemen hiçbir kayda değer uzunluğu kalmıyor ve önce parlaklığı artıp sonra da görüldüğü gibi hızla gözden kaybolan sıradan bir duran yıldızmış sanısı yaratıyordu. Ara sıra ışıldayan kuyruklu meteor [gökyüzünün] bir başından bir başına hızla geçtikten sonra dakikalarca bütünüyle ortadan kalkmıyordu ama bu sağanaktaki kuyruklu meteorların kahir ekseriyeti gelip geçiciydi. Her biri herhangi bir normal gecede haykırıya yol açacak kadar parlak kaç bin meteor görüldüğünü söylemek mümkün değildir.

– “13 VE 14 KASIM 1866'DAKİ ASLAN YAĞMURUNUN TASVİRİ”.
ROBERT BALL, *THE STORY OF THE HEAVENS* [“GÖK KUBBENİN HİKÂYESİ”], LONDRA, 1900

Meteor yağmurlarının, maksimum yoğunluğa ulaşması için bir iki gün azalması için de gene bir iki gün geçmesi gerekebilir belki ama neredeyse her yıl aynı günde –mesela 11 Ağustos veya 14 Aralık'ta–vuku bulması gerçekten de fevkalade bir durumdur. Bulutsuz bir gece dışarı çıkıp parlak meteorları sayabilirsiniz. Kuvvetli bir sağanakta her saniyede bir düzinesini saymaya mecbur kalabilirsiniz. Çiseleyen bir yağmur türünde her iki parlak meteor arasında bir dakika beklemeniz gerebilir. Meteorların görünüşte nereden geldiklerini fark edersiniz. Gökyüzünün her yerine rastgele dağılmazlar, aksine belli bir takımyıldızının belli bir bölgesine doğru yoğunlaşırlar. Meteorların saçılır gibi

göründükleri odağa saçılma noktası denir. Takımyıldızı doğup batarken saçılma noktası da onunla birlikte hareket eder. Bundan dolayı bir meteor yağmuru ortaya çıktığı yer hissini verdiği takımyıldızıyla tanımlanır. Aslan [Aslan Takımyıldızı Meteor] Yağmuru [Leonitler] 17 Kasım civarında Aslan Takımyıldızından saçılır; Perse [Perse Takımyıldızı Meteor] Yağmuru [Perseitler] 11 Ağustos civarında Perse [Kahraman] Takımyıldızından saçılır, vs. On dokuzuncu yüzyıl astronomları kendilerine şu soruları sormuşlardı: Şimdi, meteor yağmurları yılın hangi günü olduğunu nasıl biliyordu? Ayrıca bu hokkabazlığı yani, gökyüzünün yıldızlarla doğup batan küçük bir noktasından saçılma numarasını, nasıl beceriyordu?

Bir meteor yağmurunda izlerin hepsi uzaydaki aynı noktadan saçılır. Bu geceleyin tipide araba sürmek zorunda kalanların karşılaştıklarına benzer bir durumdur. Otomobil yağın kar tanelerinin içine daldığında, taneler her yandan hızla geçer, görünüşte tam karşıdaki bir noktadan etrafa –veya rüzgâr kesintisiz esiyorsa o yana doğru–dağılır⁶⁶. Benzer bir şekilde, bir meteor yağmuru Yer, Güneş'in çevresindeki yıllık hızlı hareketi sırasında, bir ince parçacık kümesi içinden geçtiğinde vuku bulur (bkz. Resim 76).

Ne olduğu geçen yüzyılın başında Britanyalı astronom Robert Ball tarafından etkili bir şekilde anlatılmıştı:

Bir küçük cisimler kümesinin uzayda serseri mayın gibi dolaştığını gözünüzün önüne getirin. Okyanustaki millerce karelik bir alana yayılan ve hesaba gelmez binlerce birey içeren bir ringa sürüsünü düşünün... Bir ihtimal bir akanyıldız sürüsü ringalardan kat kat daha kalabalıktır... Ne var ki, akanyıldızlar birbirine o kadar yakın değildir; muhtemelen ortalama olarak birbirinden birkaç mil uzaktadır. Bundan dolayı sürünün esas kısmı çok büyüktür ve boyutları yüz binlerce mile uzanır.⁶⁷

66. Bu Güneş'in kütle çekimine kapılan varsayımsal yıldızlararası kuyruklu yıldızlar için de geçerlidir; çok sık Güneş'in ilerlediği bir doğrultudan, uzayın Herkül Takımyıldızındaki bir noktasından geliyormuş gibi gözükürler. Kuyruklu yıldızların Herkül Takımyıldızını yeğlemedikleri olgusu, Laplace'ın uzun devirli kuyruklu yıldızların bize doğrudan güneş sisteminin ötesinden geldiği varsayımına karşı ileri sürülen birkaç güçlü tezden biridir.

67. Ball aşağı yukarı şöyle bir akıl yürütmüştü: Meteor yağmurunun azami yoğunluğunun yaklaşık bir saat sürdüğünü varsayalım. Yer'in sürü içinde ne hızla hareket ettiğini bilseydik, o zaman sürünün önüyle arkası arasındaki uzaklığı

Yer'in yakınından geçen meteor sürüsünün nasıl ortaya çıktığı sorusuna bir cevap meteor yağmurlarının kuyruklu yıldızlarla –özellikle Biela/Gambart Kuyruklu Yıldızı gibi ölü kuyruklu yıldızlarla (5. Kısım) – ilişkisi keşfedildiğinde verilmişti. Bugün kuyruklu yıldızların tozdan kuyruklarıyla saçlarında bolca ince parçacık bulunduğuna dair –uzay araçlarıyla yapılan doğrudan gözlemler dahil– sağlam kanıtlar vardır. Işınım basıncı ve güneş rüzgârıyla bir kenara atılamayacak kadar büyükleri, Güneş'in çevresinde ayrı mikro-gezegenler olarak dolanmaya devam edip, esas itibarıyla ana kuyruklu yıldızın yörüngesini paylaşırlar. Fıskırma ve saçların üst üste sıyrılması yüzünden, bazı parçacıklar kuyruklu yıldız çekirdeğine göre biraz daha hızlı, bazılarıysa biraz daha yavaş hareket edeceklerdir. Sonuçta, bu parçacıklar Güneş'in çevresinde bir parça farklı dönüş sürelerine sahip olacaktır. Geri kalanından az çok daha yavaş ilerleyen bir parçacık, bir günberi geçişinden sonra azıcık, ikinciden sonra biraz daha ayak sürüyecektir. Önünde sonunda parçacıklar bütün bir yörünge boyunca yayılacak, keza bir parça da yana doğru dağılacaktır. Ayrıca, küçük parçacıklar büyük parçacıkların dirençli bulunduğu ışınım kuvvetlerini hisseder ve civardaki gezegenlerin kütle çekimi de parçacık akımını yaymaya hizmet eder. Bir küçük meteor sürüsü Güneş'in çevresindeki aynı yörüngede, bir uçaktan birlikte serbest paraşüt atlayışı yapanlar gibi, neredeyse hiç çarpışmadan yan yana dönebilir. Bir kuyruklu yıldız yavaş yavaş dağılırken yörüngesini döküntüyle doldurur.

Genellikle bir kuyruklu yıldız yörüngesindeki meteor sürüsü Yer'deki astronomların açısından tamamen görünmezdir. Ama ara sıra, tesadüf eseri, kuyruklu yıldızın yörüngesi Yer'in yörüngesiyle kesişir. Yer'in yıllık takvimin her bir gününde yörüngesinin belirli bir parçasında bulunmasından ötürü, ileri gelen meteor yağmuru yıllık takvimin mutlaka belirli bir gününde

hesaplayabilirdik. Yer Güneş'ten 150 milyon kilometre (93 milyon mil) uzaktır, dolayısıyla toplam dairesel yörüngesi çepçevre $2\pi \times 1,5 \times 10^8$ kilometredir. Yer'in bu turu atması 365 gün sürmektedir. Öyleyse Yer yaklaşık $2\pi \times 1,5 \times 10^8$ kilometre/365 gün = günde 2,5 milyon kilometre hızla yol alır. Yer'in Güneş'in çevresindeki [dönüş] hızı budur. Demek ki, meteor yağmuru bir gün sürüyorsa, sürü bir baştan bir başa 2,5 milyon kilometredir. Genelde azami yoğunluğun sadece birkaç saat sürmesi nedeniyle, tipik bir meteor sürüsünün iç kümesi bir baştan bir başa birkaç yüz bin kilometredir.

vuku bulur (Resim 76). Günümüzde başlıca meteor akımları Perse Yağmuru [Perseitler], Aslan Yağmuru [Leonitler], Orion Yağmuru [Orionitler] ve İkizler Yağmurudur [Geminitle]. Ayrıca dönemsel Encke Kuyrukluysıldızıyla ilgili Boğa Yağmuru [Tauritle] vardır. Halley Kuyrukluysıldızıyla da ilişkilendirilen iki meteor akımı mevcuttur (bkz. Ek 3). Bir ayağı çukurda her kuyrukluysıldız yörüngesini döküntüyle doldurur. Bazı yörüngelerin yolu Yer'inkiyle kesişir. Meteor yağmurları göçüp gitmiş ve ayağını sürüyen kuyrukluysıldızların hayaletleridir.

Ball, şöyle devam etmişti:

Meteorlar pupa yelken ilerleyemez, tıpkı bir ringa sürüsü gibi çünkü Güneş'in belirlediği rotayı izlemeye mecbur kalır. Her biri komşularından tamamen bağımsız bir şekilde kendi elipsini takip eder... Onları, Yer tarafından yakalanmadan önce asla göremeyiz. Her 33 yılda bir Yer bu meteorları aynen ringalar arasındaki balıkçılar kadar başarıyla vira eder ve beş aşağı beş yukarı onlar gibi çünkü nasıl balıklar balıkçının saldığı ağda kaderine boyun eğerse, Yer'in de meteorların can verdiği bir atmosferi vardır. Bize ringa {stokunun} tükeneceğinden korkmamamız gerektiği söylenir çünkü balıkçıların yakaladıklarıyla fıkır fıkır kaynadıkları {o} okyanustaki bollukları kıyas kabul etmez. Meteorlar hakkında da aynı şeyi söyleyebiliriz.

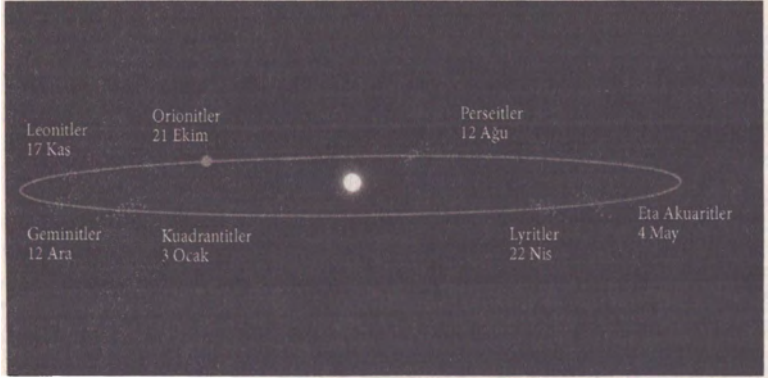
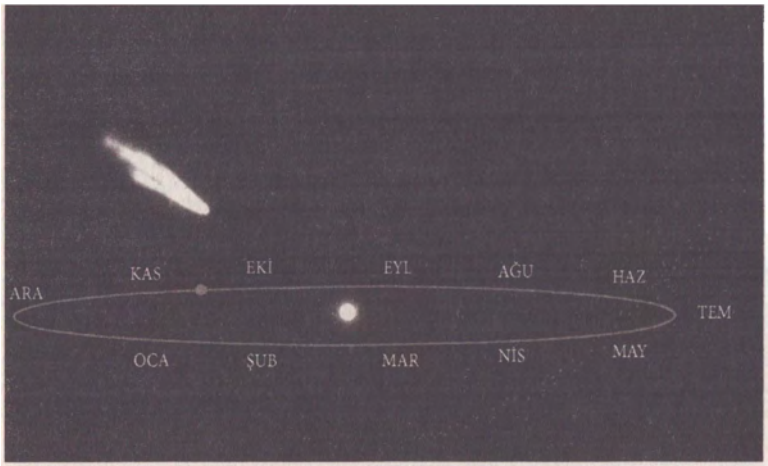
Tıpkı Tycho Brahe'nin paralaks gözlemleriyle kuyrukluysıldızların Ay'ın ötesinden geçtiklerini belirleyebilmesi gibi (2. Kısım), aynı meteorun Yer'deki birbirinden uzak kameralarla çekilen görüntüleriyle de meteor izinin ne kadar yüksekte bulunduğu belirlenebilir. Bunun tipik cevabı 100 kilometre (60 mil) civarında bir yerde olduğudur. Bu yükseklikteki atmosfer basıncı yeryüzündekinin yüzde 0,00003'ü kadardır. Humboldt, izin bu derece ince bir havanın içinden geçerken nasıl bu ölçüde göz kamaştırabildiğini merak etmekte yerden göğe kadar haklıydı.

Bir kuyrukluysıldızın küçük bir parçasını (belki sadece bir toz tanesini) Yer'in çok yukarısında asılı kalacak şekilde tuttuğunuzu, sonra da onu bıraktığınızı gözünün önüne getirin. Yer'in üst atmosfer tabakasına vardığında kurtulma hızında, yaklaşık saniyede 11 kilometre (veya 7 mil) yol almaya yüz tutacaktır. Normalde bir kuyrukluysıldız kırıntısı Yer'in kütle çekimine kapılmadan önce Yer'e oranla çok hızlı hareket ediyor olacaktır,

bundan dolayı ona daha büyük bir hızla çarpacaktır. İleri derecede dış merkezli bir yörüngeye sahip, doğu yarımıyuvarıyla çarpışacak şekilde ters yönde yer değiştiren bir parçacık, saniyede 72 kilometre (45 mil) kadar hızlı yol alabilir. Oysa, bir tüfek mermisinin tipik namlu çıkış hızı yaklaşık saniyede bir kilometredir. Bir meteor Yer'in atmosferine girdiğinde 100 kilometre civarındaki bir yükseklikte havayla sürtünmesinden ötürü akkor haline gelecek derecede ısınır. Meteorların spektroskopisi demir, magnezyum, silikon ve sıradan kayalarla meydana getiren bir dizi diğer elementin tayf çizgilerini sergiler. Yer'in atmosferine girmeden önce içlerinde muhtemelen organik bileşikler hatta bazı buzlar da vardır ama meteorlar yanıp sıfırı tüketirken hiç değilse taşı bileşen hâlâ varlığını korur.

Yumruğunuz büyüklüğündeki veya daha iri parçacıklar, Yer'in atmosferinin içinden şimşek gibi geçer, havayla sürtünmesi sonucu ısınır ve ince bir katmanı ya kömürleşir ya erir ya da bütünüyle yanar. Bu süreç meteoridin içini, aynen bir uzay aracındaki ısı [ablasyon] kalkanının astronotları uzaydan atmosfere giriş sırasında korumasına benzer şekilde, dış etkilerden uzak tutar. Cismin geri kalanı Yer'in atmosferinden geçiş sırasında yok olmaz ve yere varır. Bunlara bulunduklarında meteorit denir.

Çok küçük parçacıklar –yüzey alanlarının kütlelerine kıyasla çok büyük olmasından ötürü– ısılarını çabucak yayar ve böylece asla erimez. 100 kilometre civarındaki bir yükseklikte hız kesip ender rastlanan, gün ışığını gece karanlığında Yer'e geri gönderen, “gece parlayan” (kelimenin tam anlamıyla gece ışıldayan) bulutlara katkıda bulunur. Onları sıkıştırıp asılı kalmalarını sağlama eğilimi gösteren hava molekülleri seti arasından usul usul düşerler. Önünde sonunda atmosferin alt tabakasındaki dolanıma katılıp yeryüzüne taşınırlar. Bunlara mikro-meteoritler [göktaşçıkları] adı verilir.

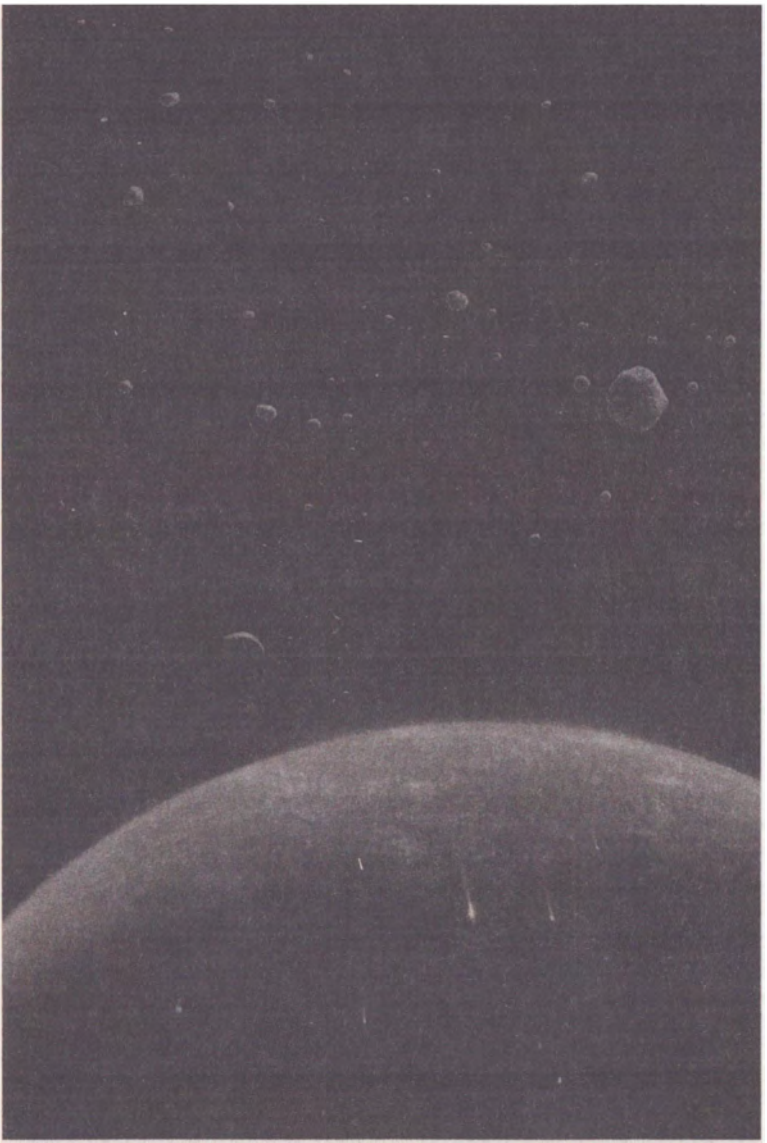


76. Üstte: Hâlâ aktif bir kuyrukluyıldız, birbirini izleyen günberi geçişleri sonucu, ufalanmaya başlamış ve yörüngesinin tamamı artık döküntüyle kaplanmıştır. Parçacıklar da kuyrukluyıldız yörüngesinde yanlara doğru yayılmıştır. Kuyrukluyıldızın kendisi bu diyagramda Yer'in yörüngesinin epey berisinden geçmektedir ama döküntüler Yer'in yörüngesiyle kesişmektedir. Bundan dolayı, her yıl belirli bir günde, Yer kuyrukluyıldız döküntüsüne rast gelir ve [bu durum] meteor yağmuruna yol açar.

Altta: Yer, ayrışan kuyrukluyıldızların bıraktığı çoğu meteor akımının içinden geçmez. Çok az sayıda durumda kuyrukluyıldız yörüngesindeki döküntü Yer'in yörüngesiyle kesişir ve meteor yağmuru ortaya çıkar. Bu resimde birkaç meteor yayan kuyrukluyıldız yörüngesinin Yer'in yörüngesiyle kesiştiği küçük parçaları gösterilmiştir. Farklı kuyrukluyıldızlardan kaynaklanan her bir döküntüyle kesişme yeri, yılın belirli bir gününe tekabül eder. Diyagramlar: Jon Lomberg/BPS.

Orta boy parçacıklarsa ince bir katmanın kömürleşmesine bile dayanamayacak kadar çok küçük ve bütün sürtünme ısısını yayamayacak kadar da çok büyüktür. Atmosfere girdiğinde tamamen yanar. Meteorlar bunlardır.

Bir meteorun Yer'in atmosferine girince nasıl hız kestiğini ve nasıl alevlendiğini radar teknikleri ve bir yüksek hız kameraları ağıyla ölçmek mümkündür. Kütle ve yoğunluk bilgisi elde edilebilir. Tipik görünür meteorlar milimetre büyüklüğündedir –yani, küçük bir bezelye tanesinden daha iri değildir. En parlak yıldız kadar parlak bir ateş topu genellikle yüz gramdan (yaklaşık bir ons) daha hafiftir. Gözenekli bir cismin yüzey alanı aynı kütleye sahip daha yoğun bir cisimden daha büyüktür ve böylece farklı bir şekilde hız keser. Bu yolla farklı yağmurların meteorlarının yoğunlukları belirlenir. Örneğin, Geminidler [İkizler Yağmuru meteorları] alışılmış yersel maddelerin yoğunluklarına sahip meteorlardır, her santimetre küpleri hemen hemen bir gram gelir. Ne var ki, çoğu meteorun yoğunluğu çok daha düşüktür. Bir zamanlar müthişken artık pek göz doldurmayan, Drakonit [veya Giacobinit] Meteor Yağmurunun varsayılan kaynağı Giacobini-Zinner Kuyruklu yıldızıdır. Aşağı yukarı her 9 Ekim gecesi yağar. Drakonitlerin yoğunluğu çok düşüktür, muhtemelen santimetre küp başına 0,01 gram kadardır. Böylesi kırılgan yapılar korunduğuna göre, bu meteoritler ana cisimden şiddetle püskürmüş olamaz. Bu yüzden Yer'in atmosferine giren en az iki cisim öbeği var gibi gözükmektedir: Bunlardan biri bulunan meteoritlere çok benzer, diğeryse Yer'de meydana gelenlere benzemeyen çok kırılgan gözenekli yapılardır. Büyük bir ihtimalle aynı şekilde sürekli bir orta yoğunlukta cisimler silsilesi de mevcuttur.



77. Yer'in atmosferine düşen bir kuyruklu yıldız döküntüsü sürüsü. Çok küçük parçacıklar ince bir sis halinde süzülerek aşağıya iner, iri parçalar atmosfere girişe dayanır ve yeryüzüne hafifçe alazlanmış halde varır, orta boy parçacıklarsa meteor halindeyken bütünüyle yanar. Resim: Don Dixon.

Modern fotoğraf ve radar teknikleri sayesinde bir göktaşının hızını ve geldiği yönü hesaplamak, ardından da bu verilerden hareketle meteorun yörünge bilgilerini elde etmek mümkündür. Sporadik [tek tük görülen] meteorlar –meteor yağmurlarıyla ilgisi olmayanlar– tutulum düzleminde yer alma eğilimi gösterir ve Güneş’in çevresinde gezegenler ve kısa devirli kuyruklu yıldızlarla aynı yönde dolanır. Oysa yağmur meteorları çok daha ileri derecede dış merkezlidir ve bazıları tutulum düzleminde yer alır ama çok daha fazla yörünge düzlemi eğikliğine sahiptir. Bu noktada da gene bir tür doğal ayıklanma meydana gelmiştir. Küçük eğim açılı kısa devirli kuyruklu yıldızlar Jüpiter’in kütle çekimiyle altüst olan meteor akımları üretme eğilimi gösterir ve ortaya –bazıları sporadik meteorlar haline gelen– çeşitli yörüngelere sahip kırıntılar çıkar. Ama büyük yörünge düzlemi eğikliğine sahip kuyruklu yıldızlar Jüpiter’den kurtulmaya yatkındır, bundan dolayı onların yarattığı meteor akımları çok daha uzun süre sağlam kalmaya meyleder. İncelenen 40.000’den fazla meteor izinden bir tanesi bile güneş sisteminin dışından kaynaklanmamıştır.

Bugüne kadar bulunanlardan sadece üç meteorit ateş topu kalıntısıdır: [Oklahoma’da] Lost City, [Prag yakınlarında] Pribram ve [Alberta’da] Innisfree. Her birine yakınlarında bulundukları mahallin adı verilmiştir. Bunlar Jüpiter’in yörüngesinden daha içerdeki asteroit kuşağından kaynaklanan mut tatşsı meteoritler olma eğilimi göstermektedir.

Jüpiter’in ötesinden gelen parlak meteorlar renkli bir adla, dev gezegenleri aşan ateş topları adıyla anılır. Giriş özelliklerinden belirlendiği kadarıyla, bilinen en hassas meteor derecesinde kırılığandır. Bu tür maddeden büyükçe bir parça usulca önünüzdeki masaya yerleştirilse, kendi ağırlığının altında kalıp çökerdi. Bir ihtimal bu silikat toz toplarının içindeki boşluklar önceden ana kuyruklu yıldızda buzlar ve organik bileşiklerle doluydu.



78. Honoré Daumier tarafından yapılan, “1847 Kuyruklu yıldızı” adlı bir taş basması. Ancak kadının telaşı ziyaretçinin gökyüzünün bir başından bir başına şimşek gibi geçtiğini akla getirmektedir. Ki bu durumda, bu bir kuyruklu yıldız değil meteorudur. Her meteorun kesin konumunu önceden bilmediğimiz için, burada tasvir edilen dürbün yerine geniş açılı bir teleskop kullanmak daha akla uydurur. D. K. Yeomans’ın koleksiyonundan.

5 Mayıs 1960’ta Sovyet Başbakanı Nikita Kruşçev, bir Amerikan uçağının, dört gün önce, Sovyet hava sahasını ihlal ettiğini ve vurularak düşürüldüğüne dair kısa bir duyuru yapmıştı. 5 Mayıs 1960 gününün ilerleyen saatlerinde yeni kurulan Birleşik Devletler Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi [NASA], konuyla ilgili bir bülten yayımlamış ve çoğu insanın gözleri önüne ilk defa U-2 adlı yeni bir hava taşıtı bulunduğunu sermişti. Çok yükseklerde uçabiliyordu. NASA, bu tür bir araştırma uçağının “yüksek irtifadaki meteorolojik koşulların” incelenmesi sırasında Van Gölü’nün “dağlık ve engebeli” bölgesi üzerindeyken kayıplara karıştığını açıklamıştı. Muhtemelen yolunu şaşıırıp kazara SSCB sınırından içeriye girmişti. Uçak yerine göre “uçan sinama ortamı” ve “uçan hava laboratuvarı” diye tanımlanmıştı. NASA tarafından diğler amaçların yanı sıra, “bazı elementlerin atmosferdeki yoğunluğunu” belirlemek için kullanılmıştı. Dı-

şişleri Bakanlığı sözcüsü Lincoln White, “Sovyet hava sahasını kesinlikle kasten ihlal etme girişimi yoktu ve hiçbir zaman da olmamıştı” demişti. Üç gün sonra Bay Kruşçev U-2 uçağının Sverdlovsk [Yekaterinburg] yakınlarında, Van Gölü’nden 2.000 kilometre uzakta vurulup düşürülmüş olduğunu duyurmuştu. Pilotu Francis Gary Powers ve bazı fotoğraf araç gereci sağ salim kurtarılmıştı. Powers, Sovyetler Birliği toprakları üzerindeki bir dizi casusluk uçuşlarından birinde Birleşik Devletler Merkezi İstihbarat Teşkilatı [CIA] için çalıştığını itiraf etmişti. Sonunda uçakta atmosferi incelemeye yönelik hiçbir donatı bulunmadığı ortaya çıkmıştı ama Kruşçev, Powers’ın yanında getirdiğini kabul ettiği –susturuculu bir tabanca, yakalanma durumunda yutulacak bir zehir kapsülü; 7.500 ruble Sovyet nakdi; Fransız, Batı Alman ve İtalyan parası; üç kol saati ve “hanımlar için yedi altın yüzük” dahil– bazı araç gereci gözler önüne sermiş ve şöyle sormuştu:

Atmosferin üst katmanlarında bütün bunlara neden ihtiyaç duyulmuştu? Ya da pilot belki daha da yükselip Mars’a uçacak ve Marslı hanımları baştan çıkaracaktı. Amerikalı pilotlarının atmosferin üst tabakalarından hava örnekleri toplama uçuşu için yola çıkmadan önce ne kadar esaslı bir şekilde donandığını görüyorsunuz.

Bay White’ın verdiği teminatlar şöyle dursun, üzerinden sadece birkaç gün geçen NASA bahanesini bahis konusu bile etmeyen Amerika’nın buna verdiği cevapta, Sovyet toplumunun kapalı içyüzünden ötürü Sovyet askeri kapasitesiyle ilgili veri toplamanın öneminden dem vurulmuştu. Bu vaka Kruşçev’le ABD Başkanı Dwight Eisenhower arasındaki zamanlanmış zirve toplantısını suya düşürmek dahil birkaç nedenle tarihsel açıdan önemlidir. Ayrıca Eisenhower’ın açık talebiyle bilim ve teknolojiyle ilgili barışçıl araştırmalara hasredilmesi gereken yepyeni Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi’nin güvenilirliğini de tehlikeye düşürmüştü.

U-2, aşağısının uygun bir şekilde resminin çekilemeyeceği kadar yüksek irtifalardan fotoğrafla keşif için tasarlanmıştı. Ancak Sovyet uçaksavar füzeleri geliştikçe, istihbaratta U-2’lerin yerini esasen keşif uyduları almıştı. Casuslukta kullanılamayınca U-2’lerden ciddi ciddi bilimsel amaçlar için yararlanılmaya baş-

lanmıştı. Bundan dolayı, tarihe düşülecek hafif tertip ne tuhaf bir dipnottur ki, yıllar sonra U-2 tam anlamıyla üst atmosfer tabakası araştırmaları denilebilecek temel keşiflerin anahtarı –hatta öncüsü– haline gelmişti. Bununla birlikte, insanlık tarihinde ilk defa bir kuyruklu yıldızın parçalarını yakalayıp incelenmek üzere yeryüzüne getiren diye tanımlanması daha uygundur. Bu programın arkasındaki itici güç Seattle’daki Washington Üniversitesi’nden Donald Brownlee’ydi.

Bir U-2 NASA’nın Mountain View, California yakınlarındaki Moffett Field [Moffett Askeri Havalimanı] Deniz Hava Üssü’nde yer alan Ames Araştırma Merkezi’nden havalanır. Hava taşıtının gövdesine göre çok büyük kanatları vardır; bir parça lenduha gibidir, sanki bir planörle bir jet motorlu hava taşıtı karışımıdır. Kanadına takılan bir ayakta yapışkan silikonlu gres sürülmüş üstü örtülü toplayıcı yüzeyler mevcuttur. Yüzeyler, U-2 yaklaşık 20 kilometrelik bir yüksekliğe çıkıncaya kadar hava akımına açılmaz. Hava taşıtı aşağı yukarı gelişigüzel uçar çünkü stratosferin neresinde ince kuyruklu yıldız veya meteor tozu yoğunluğu bulunabileceğini bilemez. Yapışkan levhayı ön tarafından [bir koçbaşı gibi] havaya doğru sürerek, uçtuğu her bir saatte hemen hemen bir iri (çapı on mikrondan daha büyük ama hâlâ çıplak gözle görülmeyen) ve çok sayıda daha ufak parçacık toplar. Bunun ardından levhanın üstü otomatik olarak örtülür, uçak neredeyse kapkaranlık gökyüzünden çıkıp yere konar ve günün stratosfer tozu avı Yer’deki mikroskopa incelenir.

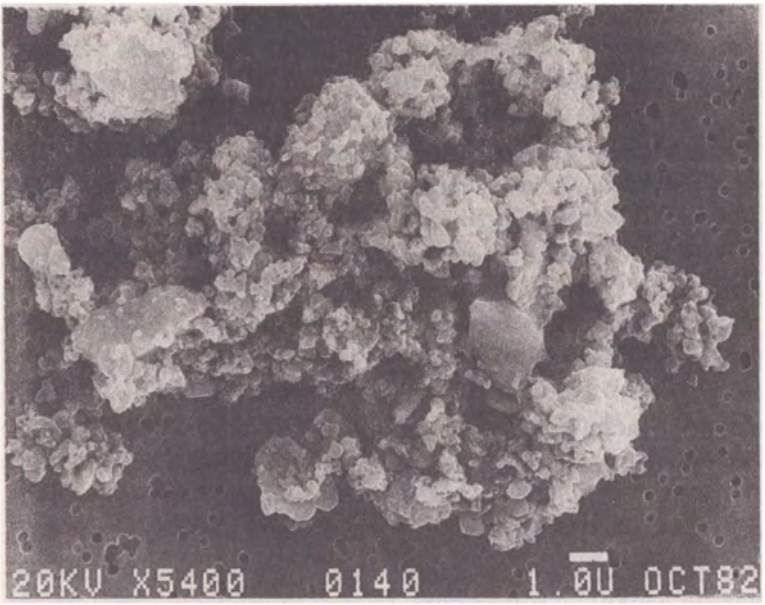
Yapışkan levhayı U-2’nin kanadından söküp mikroskopun altına koyarsınız. Çeşitli büyüklükteki parçacıkları sayar, fotoğraflarını çeker, bazı kimyasal analizleri yapmaya çalışırsınız. Gerçi bu çok zordur çünkü o kadar az sayıda iri parçacık vardır ki. Aynı nedenle yıkıcı sınaama yapmaktan da kaçınırsınız. Sırada maddeleri sizden sonra inceleyecek çok sayıda başka bilim insanı vardır. Parçacıklar incelemeler arasında NASA’nın Houston’da yer alan Johnson Uzay Uçuşu Merkezi’ndeki Lunar Curatorial Facility [“Ay Örnekleri Muhafaza Tesis”] adlı binada saklanmaktadır. Apollo astronotlarının Ay’dan getirdikleri taşlar da burada muhafaza edilmektedir. Dünyadaki “Kozmik Toz Küratörü” resmi unvanına sahip yegâne insan bu kurumdur.

Bulduğunuz bir toz türü çok basittir: 20 kilometre yükseklikten toplanan, saf alüminyum oksitten meydana gelen kabaca küresel parçacıklar. Bunlar oraya nasıl ulaşmıştır acaba? Bu parçacıklar –büyük ölçüde Amerikan, Rus ve Fransız yapımı– katı yakıt roketleri daha uzak yerlerin yolundayken stratosferin bir başından bir başına hızlandığında ortaya çıkmıştır. Stratosferdeki alüminyum oksit parçacığı kitlesi büyümektedir ama bu hâlâ sadece dikkat dağıtıcı bir şeyi temsil eder. Yapışkan levhalar çok daha garip parçacıklar yakalamıştır.

Stratosferde en bolca bulunan toz parçacığının [mikroskopta] alabildiğine büyütülerek elde edilen görüntüsü incelendiğinde (bkz. Resim 79), toz parçacığı daha da ufacık parçacıkların düzensiz bir katışmacı halinde boy gösterir. Her bir ufacık parçacığın çapı bir mikronun onda biridir: Bunlardan yüz bin tanesi yan yana dizildiğinde ancak serçe parmağınızın tırnağı eder. Böylesi parçacıklar yaratan bilinen bir endüstriyel veya biyolojik süreç yoktur. Olsa bile, bu tür parçacıklardan stratosfere bu kadar çok miktarlarda taşınması mümkün değildir. Bir dizi fiziksel ve kimyasal testin –örneğin, kozmik ışın izleri veya nikel/demir oranları– hepsi aynı noktaya işaret etmektedir: Bu parçacıklar başka bir dünyadan kaynaklanmaktadır. Uzayın içinde bulunduğumuz bölgesindeki ince parçacıkların ana kaynağı kuyruklu yıldızlardır. Bundan ötürü büyük ihtimalle önümüzde kuyruklu yıldızların özü duruyor gibi görünmektedir.

Parçacıkların niçin birbirine yapıştığından emin değiliz. Belki bir zamanlar yüzeylerinde yapışkan bir madde vardı (veya hâlâ mevcut). Bunun kırılğan bir yapı olduğunu ilk bakışta anlarsınız. Üstüne fazla bir ağırlık yüklerseniz çökecektir. Bu katışmacılar herhangi bir zamanda küçük bir dünyanın derinliklerinde bulunsaydı, ezilirdi –tabii ki, boşluklar bir başka, daha uçucu, maddeyle artık eser kalmamış bir maddeyle dolu değildiyse. Bu, stratosferdeki toz parçacıklarının kuyruklu yıldız kuyruklarından kaynaklanmasının bir başka akla uygun nedenidir. Buz artık tamamen buğulaşmıştır. Hatta muhtemelen bazı organik bileşikler bile kaybolmuştur.

Bu ufacık tanelere tekrar bakın. Büyük bir ihtimalle bunlar bir zamanlar bir kuyruklu yıldız çekirdeğinin yüzeyindeydi. Bir kuyruklu yıldız çekirdeğinin içinden çıkan bozulmamış bir



79. Stratosfer yüksekliklerinden toplanan ve bir taramalı elektron mikroskopuyla incelenen muhtemel kuyrukluyıldız döküntüsü. Çok sayıda ince parçacık üzüm salkımını andıran bir morfolojide birbirine yapışmış haldedir. 5400 kat büyütülmüştür ve küçük yatay çizgi bir başından bir başına (santimetrenin on binde biri) bir mikrondur. Don Brownlee ve Maya Wheelock'ın müsaadeleriyle, Washington Üniversitesi ve Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi [NASA].

parçayı yakından inceleyebilseydiniz, muhtemelen küçük, koyu renkli parçacıkların benzer kümelerini ancak bütün boşlukların ve çevrelerinin buzla dolu olduğunu görürdünüz. İç güneş sisteminde zamanla buz buğulaşır, parçacıklar uzaya sürüklenir ve bazıları sonuçta tamamen tesadüf eseri Yer'in atmosferine girer.

Bu şekilde toplanan muhtemelen kuyrukluyıldız kökenli yumuşak parçacıkların yüzde doksanı, Resim 79'daki örnekte gördüğümüz gibi, mikroskopla bile görülemeyecek kadar ufak! Koyu renkli tanelerin katışmacı yani, silikatlarla diğer minerallerin karmaşık organik bileşiklerle sıkı bir karışımıdır. Bu tanelerin her biri, çok kabaca, yıldızlar arasındaki boşlukları dolduran tozla aynı büyüklüktedir. Önümüzde güneş sisteminin meydana geldiği başlangıçtaki maddenin bir örneğinin bulun-

ması neredeyse imkânsız gibidir. Hazırda henüz bundan emin olmamızı sağlayacak kadarı yoktur. U-2 ve ardıllarının yerine getireceği çok daha büyük ölçekli toplama programları gereklidir –hem çeşitli fiziksel ve kimyasal testlerin yapılabilmesine el verecek yeterince madde biriktirmek hem de bize şaşırtıcı bir şey anlatması muhtemel daha nadir parçacıkları aramak için. Nihayetinde, bu parçacıkları bir kuyrukluyıldızın çekirdeği ve saçından fiilen toplanan parçacıklarla karşılaştırmak isteyeceğiz. Artık böylesi uzay aracı uçuşları planlanmaktadır. Ama şimdilik, sanki hiç değilse bir ihtimal, ilk defa gezegenleri meydana getiren tuğla ve harcı inceliyoruz.

14. kısım

sıçramış alevler ve parçalanmış dünyalar

Çok defa, Güneş battığında, ondan pek uzakta olmayan sıçramış alevler görülür.

–SENECA, *NATURALES QUAESTIONES* [DOĞA ARAŞTIRMALARI],
7. KİTAP, “KUYRUKLUYILDIZLAR”

*Meleklerin hepsi şarkı söylüyordu ahenksiz,
Ve çatlak sesle zaten yapacak işleri yoktu pek başka,
Güneşle ayı bitirmek dışında,
Veya dizginlemek gemi azıya almış bir iki genç yıldızı,
Veya bir kuyrukluyıldızın delidolu sıpasını,
Vakitsizce semavi maviden koparan ipini,
Yaran harika kuyruğuyla bir gezegeni,
Kimi zaman serkeş bir balinanın kayıklara yaptığı gibi.*

–LORD BYRON, *THE VISION OF JUDGEMENT* [KIYAMET DÜŞÜ], 1822

Buzla demir kaynamaz.

–ROBERT LOUIS STEVENSON, *WEIR OF HERMISTON*
[HERMISTON SEDDİ], 1896

Fransız Devrimi’nin hemen öncesinde ölen doğa bilimci Buffon Kontu George-Louis Leclerc, kayaçlardaki izlerden hareketle, Yer’in tarihini art arda gelen jeolojik çağlar halinde yeniden kurmaya çalışan ilk bilim insanlarından biriydi. Ayrıca geçmiş çağlarda bir kuyrukluyıldız diye adlandırdığı masif bir cismin Güneş’e çarparak, soğuyup temerküz eden ve gezegenlerle aylarını meydana getiren, muazzam harlı madde kürelerini uzaya fırlattığını ileri sürmüştü. Çok geçmeden Laplace, hadiselerin

bu şekilde yeniden kurulmasının güneş sistemindeki yörüngesel düzenliliği açıklamadığını göstermişti. Buna rağmen bu kuyruklu yıldız maddesinin Güneş'e vurduğuna dair ilk bilimsel bahis ve en azından bazı kuyruklu yıldızların nasıl göçüp gittiklerini tarif etmekle ilgili ilk modern girişimdir. Bu kısımda kuyruklu yıldızların pek çok yazgısından dördünü anlatıyoruz: Doğrudan doğruya Güneş'e vurmak, kalıntıları döne döne Güneş'e düşecek şekilde uflanmak, aylar ve gezegenlerle çarpışmak ve bir başka dünyaya dönmek. (Bir beşinci yazgı daha vardır: Hepten güneş sisteminin dışına fırlatılmak ve yıldızlararası uzayda yapayalnız dolaşmak.)

On dokuzuncu yüzyılda –nükleer fizik bilimi şöyle dursun, hiç kimsenin bir atomun çekirdeği diye bir şeyin bulunduğunu bilmediği zamanlar– Güneş'i yaygın bir şekilde meteorların ısıldattığına inanılıyordu. Meteorların kesinlikle Güneş'e düştüğü, hareket enerjisinden feragat ettiği ve böylelikle harlı yüzeyini daha da ısıttığı ileri sürülüyordu –ki, bunun sonucunda, [Güneş de] seve seve Yer'in muhtaç sakinlerine ışık ve ısı yayıyordu. Ama meteorlar göçüp gitmiş ve ayağını sürüyen kuyruklu yıldızların döküntüleri ve bazen de kefenleridir. Dolayısıyla bu görüş doğru olsaydı, Yer'deki hayatın müsebbibi kuyruklu yıldızlar olurdu. Aslında, kuyruklu yıldızlarla döküntülerinin düzenli bir şekilde Güneş'e, Ay'a ve gezegenlere vurmasına –ve Yer'deki hayatın birkaç açıdan müsebbibi olma ihtimaline– rağmen, meteorlar Güneş'in ışığının devede kulak bir bölümünü sağlar ve Güneş'in ısıldamasına hidrojen füzyonu yol açar.

Büyük Eylül Kuyruklu Yıldızı (1882 II) Güneş'e vurmasına neredeyse ramak kalmıştı; ona –kuyruklu yıldız bilimindeki daha romantik adlardan biriyle– bir güneşi yalayarak geçen denir. Günberi geçişinde önce, tek bir çekirdekle boy göstermişti. Sonradan, gezegenleri geçecek şekilde yol alırken, gitgide birbirinden uzaklaşan dört ayrı çekirdeğe bölündüğünü gözler önüne sermişti. Güneş kuyruklu yıldızın yakın tarafına uzak tarafında kıyasla biraz daha asılır; ayrıca, güneşe dönük taraf karanlıktaki tarafa göre daha fazla ısı hisseder. Kırılgan bir yapı ve yakın bir geçişle söz konusu eşitsiz gerilimler onu iki veya daha çok parçaya bölmeye yetebilir. Bu parçaların hesaplanan

geri geliş dönümlerinin hepsi gelecekte beş yüzle dokuz yüz yıl arasında ama her birininki bir yüzyıl kadar arayla gerçekleşecektir. Her biri kayda değer boyutlardaki dört parçanın (hatırı sayılır belirsizlikle) 2546, 2651, 2757, 2841 yıllarında dönmesi öngörülmektedir. O uzak gelecekteki gözlemci kuşakları, yaklaşık yüzer yıl aralıkla, gökyüzünün aynı küçük bölgesinden dökülüp Güneş'e yönelen, dört kuyrukluyıldız göreceklardır.

1882 Kuyrukluyıldızının kendisi Kreutz ailesi denilen, kesintili bir şekilde gökyüzünün aynı bölgesinden ortaya çıkıp güneşi yalayıp geçen kuyrukluyıldızlardan biridir. Güneşi yalayıp geçen büyük 1668, 1843, 1880 ve 1887 (sonuncusu adını Ichabod Crane⁶⁸ tarafından tanıklık edilen, görünüşte başsız, tekinsiz süvariden almıştır) kuyrukluyıldızlarının hepsi bu ailenin mensubudur; keza 1963 V ve 1970 VI gibi daha yeni ziyaretçiler de. Hepsinin, bir başka çağda Güneş'e yaklaşıp güneş gelgitlerinin parçaladığı daha büyük daha eski bir kuyrukluyıldızın parçaları olup olmadığını merak etmesi doğaldır.

Bir kuyrukluyıldız Güneş'in ne kadar yakınından geçerse, söz konusu yıkıcı gelgit kuvveti o kadar güçlüdür. İkeya-Seki (1965 VIII) Kuyrukluyıldızı da Kreutz ailesinin bir şafak vakti güneşi yalayıp geçen üyesiydi ve günberinin hemen sonrasında ikiye ayrılmıştı. Newton ve Halley tarafından incelenen Büyük Aralık 1680 Kuyrukluyıldızı Güneş'in yüzeyine 100.000 kilometreden daha az bir mesafe kala yani, Ay'la Dünya arasındaki uzaklıktan daha yakın bir mesafeden geçmiş;⁶⁹ günberi geçişi sırasında ikiye ayrılmamıştı. Oysa West (1976 VI) Kuyrukluyıldızı, Güneş'le arasındaki mesafe otuz milyon kilometreden az değilken, birbirinden karşılıklı kurtulma hızından daha hızla uzaklaşan dört parçaya ayrılmıştı. Demek ki ne Güneş'in kütle çekimsel gelgitleri ne de eşitsiz ısınma kuyrukluyıldızların yegâne yarılma nedenidir. Bazılarının diğerlerine göre [moleküler düzeyde]

68. Amerikan edebiyatının öncülerinden Irving Washington'un "The Legend of Sleepy Hollow" [Uykulu Kuytu Menkıbesi] adlı hikâyesindeki kahramandır. (ç.n.)

69. Bu çok yakın bir mesafedir. 1680 Kuyrukluyıldızının üstünde -veya [geçişin] sonunu getirecek şekilde birazcık yukarısında- duruyor olsaydınız, Güneş'in göğünüzün yarısını doldurduğunu keşfederdiniz. Ve birden fazla açıdan Güneş'in içinde olurdunuz.

yapışıklık ölçüsünde bağlanmış olma ihtimaline rağmen, kuyruklu yıldızların her vakada neden yarıldığını bilmiyoruz.

Yarılma ile fışkırtma bağlantılı olabilir. West Kuyruklu Yıldız yarıldığı an, münferit parçalar fark edilir şekilde parlamış ve düzinelerce püskürmenin başlarında uzaya büyük miktarlarda toz itmişti. Yarılan kuyruklu yıldızların yüzde sekseni Güneş'ten uzaktayken böyle davranır. Wirtanen Kuyruklu Yıldız 1957'de az buçuk Satürn'ün yörüngesi içindeyken parçalanmıştı. Biela/Gambart Kuyruklu Yıldız da benzer bir örnektir. Böylesi yarılmanın egzotik buzların buharlaşmasından veya aksi takdirde fark edilmeyen gezegenler arası kaya kütleleriyle çarpışmasından ötürü gerçekleşme ihtimali vardır. Söz konusu güneşi yalayaarak geçenlerin hepsi Güneş yüzeyinin yaklaşık yarım milyon kilometre içinden geçmiş, Güneş tacının sıcaklığın bir milyon derece civarında seyrettiği ince, sıcak gazına nüfuz etmiştir. Ancak kuyruklu yıldız Güneş tacından o kadar az vakit geçirir ve orada bulunan sıcak gaz o kadar muazzam ölçüde incedir ki, muhtemelen güneşi yalayaarak geçenlerin parçalanmasına yol açan Güneş'in ısısından çok kütle çekimidir.

Kuyruklu yıldızların Güneş'e vurmasına ramak kalıyorsa, bazıların çekimine kapılıp kafa kafaya çarpışması gerekmez mi? Kuyruklu yıldızlar ara sıra Güneş'e yaklaşıp parıltısında kaybolur ve bir daha asla görünmez. Gene de belki Güneş'in kütle çekimsel gelgitleri yüzünden sadece çok sayıda küçük parçaya ayrılmıştır. Gelgelelim, tamamen tesadüfi bir keşif sayesinde artık kuyruklu yıldızların, Buffon Kontunun yıllar önce daha genel bir şekilde ileri sürdüğü gibi, bazen Güneş'i vurduklarından epey emin olabiliriz.

ABD Deniz Kuvvetleri Laboratuvarı, Güneş tacındaki değişen etkinliği gözlemek için, bir video kamerayla bir teleskobu bir Hava Kuvvetleri uydusuna yüklenmiş halde uçurmaktadır. Muhtemelen bu uzaydaki araçlarla astronotlara zarar verebilecek güneş parlamaları ve Güneş'ten gelen diğer yüklü parçacık fırtınalarıyla ilgili bir uyarı sistemidir (bkz. 9. Kısım). Teleskopun önüne Güneş'i örtün diye küçük bir opak disk yerleştirilmiştir; dolayısıyla artık daha sönük, son derece sıcak Güneş tacının fotoğrafı çekilebilir. 1979 Ağustosunun sonlarında bu araç, "veri bantlarının deneycilere yayınlanmasındaki gecikmeler yüzün-

Bilimsel makaleler sade olma eğilimi gösterir ve ünlem işaretleri –çok farklı bir şeyi temsil ettiği, matematiksel makalelerin dışında– nadiren belirir. İşte istisnalardan biri. Cambridge, Massachusetts'teki Astrofizik Merkezi'nden Brian Marsden, dünyanın dört bir tarafındaki astronomları yeni bir kuyruklu-yıldız keşfedildiğinde ve birçok başka konuda uyaran, International Astronomical Union [Uluslararası Astronomi Birliği] ofisinin direktörüdür. Bizzat Marsden de kuyruklu-yıldızların anlanması bir dizi önemli katkılarda bulunmuştur. 1960'larda yayımlanan bir bilimsel makalesinde*, güneşi yalayıp geçen kuyruklu-yıldızları ele almakta ve iki elemanın, 1882 II ve 1965 VIII'in günötesi yakınlarında parçalanmış gibi gözüktükleri anlamını çıkarır. Ama günberi Neptün'ün yörüngesinin çok ötesinde, can sıkıcı ölçüde uzaktadır:

Yarıldıkları gözlenen çoğu kuyruklu-yıldızın ortada fol yok yumurta yokken yarılmasına rağmen, ayrılma hızı bizzat kuyruklu-yıldızın kendi hızının aşağı yukarı %20'sini bulunca insan gerçekten bir açıklamaya ihtiyaç duyar! Güneş'ten 200 GB uzaklıkta ve tutulum düzleminin 100 GB yukarısında bir asteroit cisimciğiyle çarpışma, bir kere meydana gelmesi yetse bile, hemen hemen hiç göz önünde bulundurmaya değmez.

Güneş'ten 200 Gök Birimi uzaklıktaki, neredeyse yıldızlararası karanlıkta ortaya çıkan şiddetli bir patlama, anlaşılması güç bir [vakadır]. Çarpışmalar orada son derece nadiren baş gösteriyor olmalıdır. Problem çözümsüz kalmıştır.

* B. G. Marsden, "The Sungrazing Comet Group" ["Güneşi Yalayıp Geçen Kuyruklu-yıldız Kümesi"], *Astronomical Journal*, Cilt 72, Sayfa 1170, 1967.

den" iki buçuk yıl boyunca rapor edilmeyen fevkalade bir şeyi ortaya çıkarmıştı. Tesadüfen Güneş'le çarpışma yolundaki bir kuyruklu-yıldızın hızlandırılmış devinim filmini elde etmişti. Howard-Koomen-Michels (1979 XI) adı verilen kuyruklu-yıldızın da güneşi yalayıp geçen Kreutz kuyruklu-yıldız ailesinin

muhtemel bir üyesi olduğu anlaşılmıştı. Kuyruklu yıldız Güneş'i dolanmaya yönelmiş ama günberide Güneşe çok yaklaşmıştı. Baş hiçbir zaman Güneş'in diğer yanında belirmemiş ve büyük ihtimalle buharlaşıp onu meydana getiren küçük tanelere ayrılmıştı. Ama artık başsız kalan kuyruklu yıldızın kuyruğu, dağılıp Güneş'ten geri üfleninceye kadar, en azından bir gün boyunca bozulmamıştı. Kuyruklu yıldızın Güneş tacının içinden şimşek gibi geçtiğini, delicesine gaz saldırdığını, dengesizce yuvarlandığını, parçalandığını, tanelerin kesik kesik minicik ışıklar saçarak buharlaştığını, ta ki, tözünün tükenip Güneş'in civarında [ondan] kala kala –ağırlıkla H ve O'dan mürekkep– ve [Güneş'in] dıştaki, daha soğuk katmanlarını meydana getiren akkor halindeki kasırgada çalkalanan bir atom bulutunun kalığını zihninizde canlandırın.

Başka kaç tane güneşi yalayıp geçen bu kuyruklu yıldızın akıbetine uğradığından bihaberiz. Howard-Koomen-Michels Kuyruklu yıldızının varlığı daha önce bilinmiyordu. Her yıl Güneş'i birden fazla kuyruklu yıldızın vurması ihtimal dışıdır ama bu bile her yıl sağlam kuyruklu yıldızlardan Güneşe yıldızlararası tozun yaklaşık on kat fazlasına denk bir kütle düşmesi demektir. Güneş sistemi yaşlandıkça, bu günleri sayılı Güneş'in bundan milyarlarca yıl sonra bir on yıl daha ışık saçmasına yeterli gelebilir.

Ve Yer'in yörüngesini meydana getiren uzaydaki o küçük çizgiye rastlayan birden fazla meteor akımı varsa, kim bilir güneş sisteminin bir başından bir başına bunlardan tarıfsız ne kadarı bulunmaktadır! Belki sonunda Güneşe eşlik eden o akıl sır ermez burçlar ışığının Yer'in yörüngesinin içinde kalan uzayda her yöne doğru uçan bu küçük cisim sürülerinden ötürü olabileceği ortaya çıkar.

– G. JOHNSTONE STONEY, "THE STORY OF THE NOVEMBER METEORS" ["KASIM METEORLARININ HİKAYESİ"], CUMA GECESİ SOHBETİ, THE ROYAL INSTITUTION, 14 ŞUBAT 1879

Mümkünse, şehirden uzak, hava kirliliğinin uzak, yapay ışıktan uzak bir yer bulun. Bulutsuz ve aysız bir gece seçin, tercihen ilkbaharda akşamın ilk saatlerini. Gurubun civarına bakın. Batı ufuk çizgisi artık doğrudan güneş ışığını engellemektedir. Dolayısıyla daha cılız bir ışığı fark edebilirsiniz. Orta-kuzey enlemlerde yaşıyorsanız, Güneş'in battığı yerin solundan ve yukarı doğru yükselen zayıfça ışıldayan bir şerit görebilirsiniz. Bu Samanyolu değildir ve sadece tespiti biraz daha zordur. Seneca ona "sıçramış alevler" adı vermişti ve doğrusu aynen ona benzer, gökyüzünün içinde uzaklardaki veya bir şekilde ondan yansıyan alevler.

Çok açık bir havada, özellikle tropik enlemlerde gözlerseniz, bu ışık şeridinin tamı tamına gökyüzünün çevresinde, gezegenlerin arasında hareket ettiği burçlar takımyıldızlarının bir başından bir başına, ilerlediğini saptarsınız. İşte bu nedenle ona burçlar ışığı denir. Geceleyin, tam aksi yönde Güneş'in Yer'in öteki tarafında olduğu yerde, çevresinden daha parlak bir ışık lekesi vardır. Buna Almanca karşışün [aydınlığı] anlamına gelen *Gegenschein* adı verilir. Geometrisinden ötürü, Yer'in -diğer gezegenlerle birlikte- Güneş'i kuşatan ve ışığını Yer'e geri gönderen yassı bir madde halkası içine gömük bulunduğu açıktır.

Astronomideki disk benzeri yapıların bu yeni örneği Immanuel Kant'ın dikkatinden kaçmamıştı. Kant'ın konuyla ilgili birden fazla görüşü olmasına rağmen, burçlar bulutunun niteliği ve kökenine dair tasviri anılmaya değerdir:

Güneş onu ekvator düzleminde saran ve her iki yanında sadece az bir genişliğe yayılan ama [bir baştan bir başa] muazzam bir mesafeye uzanan, hemen göze çarpmayan bir buharla kuşatılmıştır. Güneş'in yüzeyiyle temas edip etmediğinden... veya Satürn'ün halkası gibi, her yerde ondan bir miktar uzak düşüp düşmediğinden emin olamayız. Bu görüşlerden hangisi doğru fark etmez, bu görüngüyü Satürn'ün halkasıyla karşılaştırmak için her halükârda geride yeterince benzerlik kalmaktadır... Güneş'in bu gerdanlığının... evrensel ilk maddeden meydana gelmiş bulunması muhtemeldir ki, [bu maddenin] parçacıkları güneş âleminin en yüksek bölgelerinde dolanıp dururken ancak bütün bir sistemin şekillenme süreci baştan sona tamamlandığında Güneş'e doğru çökmüştür.

Kant, burçlar ışığının güneş bulutsusundan kaynaklanan yansımış bir küçük parçacıklar diskinden yansıdığını ve iç güneş sistemine ancak son dönemlerde vardığını söyler gibidir. Bu yorum doğruysa, bilim insanı Kant bir kere daha, devrinin bir iki yüzyıl ilerisinde olduğunu ispatlamıştır.

Burçlar ışığını incelediğinizde, kuyruklu yıldızların kalıntılarını (ve bir ölçüde, Mars'la Jüpiter'in yörüngeleri arasındaki asteroitlerin çarpışmalarından kalan ince döküntüyü) gözlüyorsunuzdur. Bu şeyden fazlaca yoktur. Burçlar bulutundaki bütün parçacıkların toplam kütlesi aşağı yukarı yüz milyar tondur yani, birkaç kilometre çapındaki tek bir kuyruklu yıldızın kütlesi kadardır. Bulut, silikatlarla organik bileşiklerin karışımı, koyu renkli ince toz tanelerinden meydana gelmiştir. Tipik bir tanenin çapı birkaç on mikrondur ve görünüşe bakılırsa hava taşıtları tarafından stratosferde bulunan parçacıklara çok benzemektedir (13. Kısım). Küçük bir kuyruklu yıldız on-mikron boyutlarındaki parçalara kıyıp bunu hiçe sayarsanız, trilyon kere trilyon parçacık elde edersiniz. Onları iç güneş sisteminin bir başından bir başına yayın. Onlar ışığı kayda değer ölçüde yansıtacaktır.

Ne var ki gezegenler arası uzayın küçük burçlar parçacıklarından geçilmediğini sanmamalıyız. Başparmağınızı burnunuzun önünde tutup Güneşe doğru ilerletin. Başparmağınız önde, ta Güneşe kadar yol almayı sürdürebilseydiniz, acaba kaç tane burçlar parçacığıyla karşılaşmıştınız? Cevap sadece birkaç tane gibi görünmektedir. Bir kuyruklu yıldız, tek bir günberi geçişinde, burçlar bulutundaki bütün parçacıkların on binde birini sağlayabilir.

Artık bu parçacıklar gezegenler arası uzay araçlarıyla düzenli bir şekilde ölçülmektedir. Örneğin, 1972'yle 1974 arasında, Avrupa Uzay Ajansı'nın *HEOS-2* Yer uydusu Yer'den 5.000'le 244.000 kilometre arasındaki uzaklıklarda toz aramış ve kendini ara sıra daha önce bilinmeyen ince parçacık sürüleri içinde uçar halde bulmuştur. Sürüler büyük ihtimalle kısa bir süre önce (Kohoutek Kuyruklu Yıldızı olduğu düşünülen) daha büyük bir ana cisimden ortaya çıkmıştır çünkü bağdaşık bir tane bulutunun ömrü çok kısadır. Muhtemelen büyük, son derece yumuşak bir

cisim Yer'in yakınlarında parçalanmıştır. Ancak, genelde, burçlar bulutu –bir gezegenin onu yarıp geçerek ardında bir tür geçici tünel bırakması dışında– birörnektir, homojendir, topaklardan veya destelerden veya deliklerden aridir. Uzay araçları uzak bir gezegene doğru ilerlerken devamlı bu şeye rast gelir. Ama bundan o kadar az vardır ve münferit parçacıklar birbirinden o kadar uzaktır (bir kilometrelik ayrılık tipiktir) ki, gezegenler arası uçuşlara sekte vurmaz.

Gelgelelim, bu maddenin azlığı ilk bakışta kafa karıştırıcıdır. Yaklaşık son yüz bin yıl içinde, şimdi iç güneş sisteminde bulunan bütün burçlar parçacıklarını kuyruklyıldızların toz kuyukları sağlamış olmalıdır. Güneş sistemi 4,5 milyar yaşındadır. Öyleyse neden daha fazla burçlar tozu yoktur? Pekâlâ mevcuttan 4,5 milyar/100.000 kat daha fazla burçlar tozu bulunmasını beklersiniz; ki o takdirde burçlar ışığı gezegenlerden ve yıldızlardan daha fazla ışıldardı. Kitab-ı Mukaddes konusunda aşırı tutucu bazı kimseler, Tekvin'in bir harfi harfine yorumuyla modern bilimin bulgularını bağdaştırmaya yönelik cesur ama talihsiz bir girişimle, bu muammayı taş çatlasa 100.000 –hatta bir umutla (onların bakış açısıyla) 10.000– yaşından daha genç bir güneş sistemi iddiasını savunmakta kullanmışlardır.

Kuyruklyıldızlardan milyarlarca yıl boyunca salınan muazzam ince parçacık yığını kayıptır. Hepsi birden nereye gittiler acaba? Öyle anlaşıyor ki, onları Güneş silip süpürmüştür. Bir mikronun birkaç onda biri çapındaki küçük parçacıklar kuyruklyıldız kuyrukluklarından da iç güneş sisteminden de hep birlikte kaybolur, güneş ışığının basıncıyla hızla uzayın derinliklerine doğru itilir. Anlaşıldığına göre, diğer gezegenler arası uzay araçlarının yanı sıra, *Pioneer 8* ve *9* bu tür parçacıkları saptamıştır. Daha büyük parçacıklar da ışıyım basıncını hisseder ancak bu onları esaslı bir şekilde dışarıya sürmek için yeterli değildir. Gene de Güneş'in kütle çekimini azaltmaya hizmet eder, parçacığı birazcık çevikleştirir. İlk defa Britanyalı fizikçi J. H. Poynting tarafından tanımlanan tam ters yönde bir başka etki vardır: Poynting, “parçacık sıcaktır ve bunun sonucunda uzaya ışıyım yayar” demiştir. Elbette aynı zamanda güneş ışığını da yansıtır. Ama hareketinden ötürü:

Önden yaydığı kendi dalgalarıyla öne doğru kümelenir ve arkadan yayılanlardan uzaklaşır, öyle ki öndeki basınç artarken arkadaki azalır. Bu nedenle harekete karşı koyan bir kuvvet vardır.⁷⁰

Artık parçacığın Güneş'in kütle çekimini dengelemeye gerekcek kadar hızla hareket etmemesinden ötürü, biraz içeri doğru düşer, orada daha da sıcaktır, daha fazla güneş ışığı yansıtır, daha hızlı hareket eder ve hareketine karşı daha da fazla direnç gösterir. Parçacık yavaş yavaş döne döne Güneş'e düşer. Poynting, on mikron çapındaki ufacık bir kaya parçacığının yüz bin yıldan daha kısa bir sürede Güneş'e ulaşacağını hesaplamıştır. Epey irice parçacıklar güneş ışığının itip kakabileceğinden çok büyüktür ve girdaba kapılıp [Güneş'e düşmez]. Güneş'in yörüngesindeki küçük parçacıkların bu acı akıbeti günümüzde Poynting-Robertson Etkisi diye bilinmektedir. (ABD'li fizikçi H. P. Robertson daha sonra bu görüngünün en genel anlatımını yapmıştır.)

Poynting [konuşmasını] çeşitli büyüklüklerdeki parçacıkların sonuçta yörüngelerde nasıl hareket edeceklerini tanımlamakla sürdürmüştü:

[Yörüngeleri] o kadar farklıdır ki aynı sisteme ait değilmiş izlenimi uyandırabilir. Zamanla hepsi Güneş'i boylayacaktır. Burçlar ışığı belki de uzun bir süre önce göçüp gitmiş kuyruklu yıldızların tozlarından kaynaklanmaktadır... Satürn'ün halkalarının gezegenin yakaladığı ve söz konusu etkilerin çok uzun zamandır rol oynaması nedeniyle yörüngelerin dairesel hale geldiği kuyruklu yıldız maddesinden olması pekâlâ mümkünmüş gibi görünmektedir.

Bundan dolayı, tipik bir burçlar parçacığı Güneş tarafından silip süpürülmeden önce yaklaşık yüz bin yıl kadar bir süreyle hayat geçirir ve esas itibarıyla burçlar bulutundaki bütün parçacıklar böyle bir zaman diliminde tazelenir. Bunun için burçlar ışığında gördüğümüz parçacıkların kahir ekseriyeti yazılı tarihten çok önce köken kuyruklu yıldızlarını terk etmiştir; ancak hiçbirini bunu insangiller familyasının ilk evriminden önce gerçekleştirmemiştir. Toplam olarak, her saniye gezegenler arası parçacıkların hemen hemen on tonu döne döne Güneş'e düşer yani, yılda 300 milyon tonu.

70. Poynting'in The Royal Institution'daki "Işık Basıncının Bazı Astronomik Etkileri" adlı cuma gecesi sohbetinden, 11 May 1906.

Yer, Güneş'in çevresindeki yıllık yolculuğunda burçlar bulutunun parçacıklarına rast gelir, daha çok doğu yarımyuvarında. Daha nadirense, daha hızlı hareket eden döküntü Yer'e alacakaranlık yarımyuvarında yetişir. Her gün gezegenimizin her yerinde hemen hemen toplam bir ton toz birikmektedir. Stratosfer hava taşıtları –U-2'ler ve diğerleri– tarafından toplanan ince parçacıkların sayısı aşağı yukarı Yer'in burçlar bulutu içinde hareket ederken yakalamasını beklediğimiz kadardır. Bu kuyruklu yıldız tozu Yer'e bütün bir tarihi boyunca bugünküyle aynı oranda düşseydi ve yere indikten sonra onu hiçbir şey yok etmeseydi, Yer'in dört bucağında neredeyse bir metre kalınlığında koyu renkli, tozlu bir katman olurdu. (Tek bir büyük kuyruklu yıldız tozlaştırılrsa ve döküntüsü Yer'in üstüne düzgünce yayılsaydı, yaklaşık bir santimetre kalınlığında bir katman elde edilirdi.)



80. Burçlar ışığının M. Heis adlı biri tarafından Avrupa'da görüldüğü hali. Amédée Guillemin'in *Le Ciel* ["Gökyüzü"] (Paris, 1868) adlı eserinden.

Golf Sahasından Görünüm

Ufakça bir kuyrukluyıldız (veya asteroit) kırıntısının Yer’le çarpışmasının dahi çok uzaklarda etkileri olabilir. Sibirya’da 30 Haziran 1908’deki Tunguska çarpışmasından bir gün sonra, Londra’da yayımlanan *The Times* gazetesine aşağıdaki mektup yazılmıştı. Mektup iki gün sonra yayımlanmıştı:

Sör, –Gök kubbenin alışılmadık parlaklığından gözleri kamaşan burada konaklayan bir grup golfçü dün akşam saat 11’de görüngünün kesintisiz bir manzarasına kavuşma ihtimaliyle golf sahasına döküldü. Kuzeye doğru denizin karşı yakasına baktıklarında gökyüzünün gurubun son demlerindeki enfes güzelliğinin görünüşünü aldığını fark ettiler. Bu sadece sürmekle kalmayıp tam anlamıyla hem uzam hem de yoğunluk bakımından bu sabah 2.30’a Doğu’dan gelen kababulutlar nefes kesici boyamayı yok edinceye kadar büyüdü. Bendeniz uykudan 1.15’te uyandırıldım ve o saatte ışık o kadar güçlüydü ki, bununla odamda gayet rahat kitap okuyabildim. 1.45’te gökyüzünün tamamı, K ve KD’de açık somon rengiydi ve kuşlar erkenden ötmeye başladı. Hiç şüphesiz bu görüngü başkalarının da gözüne çarpmıştır ama Brancaster’ın kuzeye dönük denize nazır neredeyse eşsiz konumu sayesinde, burada konaklayan bizler muhtemel en iyi bakış açısına sahiptik.

–Saygılarımla,
Holcombe Ingleby

Dormy House Club, Brancaster, 1 Temmuz.

Bu ufacık tanelerin destansı bir tarihi vardır. Ezelden beri buz zerreleriyle karışmış halde yıldızlar arasındaki gazda yüzyüyorlardı; ardından nihayetinde güneş sistemini teşkil eden, büzüşen, fırıl fırıl dönen yıldızlararası çevrintinin ortasında kaldılar; derhal güneş sisteminin dış bölgelerindeki soğuk hava deposuna püskürtülen kuyruklu yıldız çekirdeklerini meydana getirmek üzere büyüdüler; sonra Güneş'e doğru daldılar, buzlar buğulaşırken kuyruklu yıldızdan sürüldüler; münferit mikro gezegenler olarak Güneş'in çevresinde döndüler; ve bazıları sonunda –Güneş tacının içinden geçişleri sırasında– gaz üfürüklerine dönüşüncüye kadar döne döne Güneş'in içine yuvarlandılar.

Daha sonra bileşen atomları –silikon, oksijen, demir, alüminyum, karbon, hidrojen ve diğerleri– Güneş'in üst atmosfer tabakalarına nüfuz eder, önünde sonunda iç dolaşımına dahil edilir ve içinin iyice derinliklerine taşınır. Bu atomlardan bazıları Güneş çekirdeğinin ortasına naklolanacak ve yıldızımızın parlamasını sağlayan termonükleer simyasına katılır. Ama katkıların en küçüğünü ortaya koyarlar. Gerçi, ara sıra az bulunur bir ışık demeti –bir an için bir sivrisineğin yoluna ışık tutan– garip bir foton uzaktaki kuyruklu yıldız kuşağında vücuda geliverir.

Güneş sistemindeki çoğu dünyaya gelişi güzel bir göz atsanız bile, onların çukurlardan geçilmediğini keşfedersiniz. Bu tür bir yüzey için hemen akla gelen benzer pek çok şey yoktur. Bu bize Yer'le ilgili bir şey anlatan bir olgudur. İnsanlar bir zamanlar Ay'ın yüzeyiyle İsviçre'nin La Gruyère [gravyer] veya Emmental peynirleriyle benzer yönler bulurlardı ama bu pek gerçek görünümünü çağrıştırmaz. Seçebileceğiniz en küçük krater kadar, bir iç içe geçmiş krater silsilesi vardır. Bu dünyaların bazıları daha çok yağmur serpiştirmiş bir kumsalı andırır. Farklı büyüklüklerdeki misketi veya saçmayı rastgele alçı üstüne bırakın, yüzeyinin kurumasını bekleyin. Kraterler çemberleri ve sırtlarıyla kalem işi gibi dairesel olacak ve yer yer merkezlerinde bir doruk bulunacaktır. Bazı kraterler diğerlerinin üstüne binecektir. Alçı büyük ölçüde bir dünyanın yüzeyine benzemeye başlayacaktır.

Diyelim ki, Ay'daki bazı çarpma kraterlerini asteroitler meydana getirdi. Buna rağmen, çoğunu –özellikle dış güneş sistemindekilerini– kuyrukluysıldızlar yaratmıştır. Bir dünya bir kuyrukluysıldızı nadiren apansız yakalar. Genellikle dünyayı apansız yakalayan veya onunla kafa kafaya çarpışan kuyrukluysıldızdır. Güneş gibi, aylar ve gezegenlerden de kuyrukluysıldız çarpışmalarından payını alır. Gazdan müteşekkil Güneş, çarpma kraterlerine sahip olamaz. Ama aşınmamış eski yüzeyli dünyalar bize, bir bakışta, milyarlarca yıl boyunca ne kadar çok kuyrukluysıldızın vahim çarpışmalara kurban gittiğini hatırlatır.

30 Haziran 1908'de Sibirya'ya gökten bir şey düşmüş ve sekiz kilometre yükseklikte patlayıp bir ormanı yere sermişti. İnfilak o dönemin silah depolarındaki en yüksek tahrip gücüne sahip nükleer silahtan daha güçlüydü. Asla bir çarpma krateri bulunamamıştı. Bir zamanlar sorumlu etmenin Encke Kuyrukluysıldızının iri ama hâlâ kırılğan bir parçası olduğu düşünülüyordu. Artık Tunguska patlamasına bir kuyrukluysıldızın ve metalik bir asteroidin değil, atmosferin ortasında patlayan sıradan ama 1 megaton TNT'ye yani, bir milyon ton güçlü patlayıcıya denk taşı bir asteroidin yol açtığı bilinmektedir.

Yüzeye varmadan parçalanan kuyrukluysıldızlarla asteroitler az iz bırakır. Ama bunun ötesindeki, yüzeye gerçekten yüksek bir hızda çarpan cisimler geçmiş varlıklarının anlaşılması kolay damgalarını vurur. Düşen cismin çok hızlı yol alması nedeniyle, açtığı çukur düşen cisimden daha büyük olacaktır. Hiçbir müteakip jeolojik etkinlik yüzeyi perdelemese, her krater bir sadmeye, neredeyse her sadme bir kratere tekabül eder. Bundan dolayı bir ayın veya bir gezegenin yüzeyi bir saldırı ve darp güncesidir. Kaydın şifresini çözebilirseniz, çağlar öncesinin yıkımlarını gün ışığına çıkarabilirsiniz.



81. Satürn'ün ayı Rheia'nın kraterle doymuş yüzeyi. Yerdeki bu büyük çukurların çoğu, milyarlarca yıl içinde, kuyruklu yıldız sadmesiyle meydana gelmiştir. Voyager 1'in çektiği fotoğraf. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

Örneğin Yer'in Ay'ını ele alın. Sürekli Yer'e bakan ve çıplak gözle gördüğümüz yüzünde iki tür arazi vardır: koyu renkli, engebesiz alçak bölgeler ve parlak, engebeli dağlık bölgeler. Hem alçak bölgeler hem de engebeli bölgeler kraterlidir ama dağlık bölgelerde alçak bölgelere oranla çok daha fazla krater vardır. Amerikalı astronotlarla Rus robotların Ay'daki dokuz farklı mahalden örneklem geri getirmelerinden ötürü, bileşimi hakkında bir şeylerle –radyoaktif tarihleme sayesinde– Ay'ın bize yakın yüzündeki çeşitli bölgelerin yaşlarını biliyoruz.

Koyu renkli alçak bölgeler, 3,3'le 3,9 milyar yıl arasındaki bir süre önce, Ay'ın o zaman sıcak içinden fışkırıp daha önceki kraterleri yok eden lavdan meydana gelmiştir. Böylece, alçak bölgelerle ilgili en eski ana kayıt düpedüz silinmiştir. Alçak bölge kraterlerinin seyrekliğine dair beklentimizle ilgili ancak iç güneş sistemi kuyruklu yıldızlar ve asteroitlerle ezelden beri bugünkü düzeyde dolu olsaydı isabet kaydederdik. Ama dağlık bölgelerde bunun için gereğinden fazla krater vardır. Buradaki

kraterler vaktiyle meydana gelen kraterlerle üst üste binmiştir –öyle ki, ilk zamanların kaydı gene kaybolmuştur. Bir şekilde, bu dünyalar daha sonraki yıkımların kaydı aşikârken, bizatihi milatlarının kanıtlarını saklamaktadır.

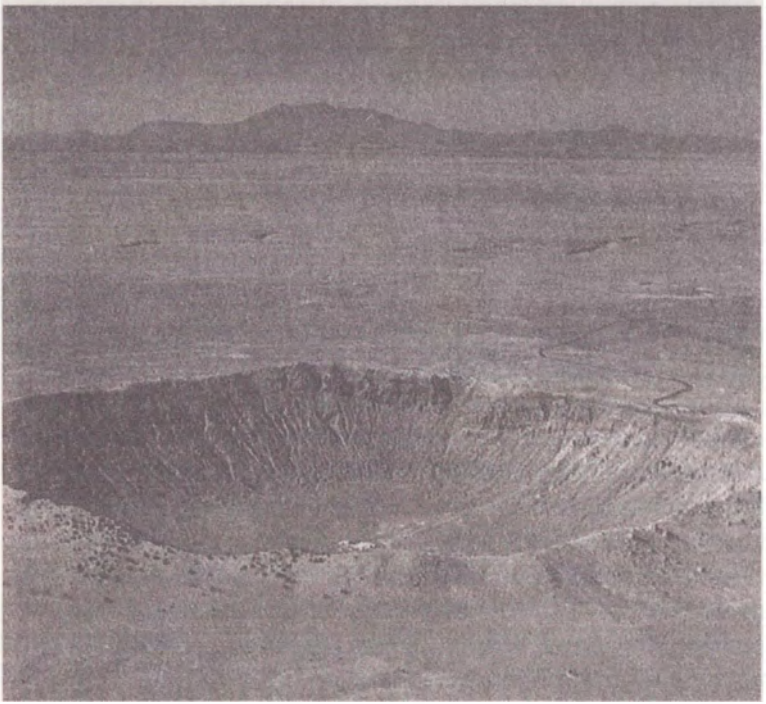
Ay'ın dağlık bölgelerindeki yoğun krater teşekkülünün anlattığı hikâyeden dolayı, Ay tarihinin ilk birkaç milyon yılında çevrede gezegenler arası uzayda bugün mevcuttan epey daha fazla çarpan cisim –kuyruklu yıldız ve asteroit– bulunduğu gün gibi ortadadır. Aynı hikâye keşif uzay araçlarımız gezegenler arasında uzak uçtuğu her dünyada tekrar tekrar anlatılmaktadır. Örneğin, Satürn'ün ayı Rheia'da (bkz. Resim 81) milyarlarca yıldır herhangi bir jeolojik etkinlik gerçekleşmemiştir ve gözümüzün önüne kutuptan kutba kratere doymuş bir dünya serilmektedir. Başlangıçta, gezegenler arası uzay şekillenme sürecindeki dünyalara bindiren kaya parçaları ve buzdağlarıyla dolu olmalıydı. Zaten dünyalar *böyle* meydana gelmişti, şiddetli çarpışmalarla.

Dünyaların hepsi çağlar öncesinin kraterlerini korumaz. Ay'ın alçak bölgelerindeki gibi bazılarının yüzeyindeki izlerin kökü kazınmıştır. Bir şey kraterleri doldurur veya kazır veya üstünü örter. Venüs'te yeni lav akıntıları, Mars'ta muazzam kum birikintileri, Jüpiter'in ayı Io'da kısa bir süre önce donmuş kükürtle zengin bir yüzey vardır. Satürn'ün uydularından Enceladus'da neredeyse tamamen buzdan yüzeyi bir şey eritmiştir: Bu dünyadaki krater kaydı kelimenin tam anlamıyla buz üstüne yazılmıştır. Io'da, kraterler yüz yıl içinde yok edilebilir; Venüs'teyse bu yarım milyar yıl kadar bir zaman alabilir. Bununla birlikte antik çarpmaların ve epeyi sıkça daha yakın tarihli jeolojik süreçlerin kronikleri bütün bir güneş sisteminin bir başından bir başına birbirinin üstüne yazılmıştır.

Benzeri Yer'dekiler için de geçerlidir. Çorak arazilerde bile akar su kraterleri epeyi çabuk yok eder. Öyle ki, çok yakın geçmişte meydana gelmediyse, bunları bulmak çok güçtür. Arizona Meteor Krateri denilen neredeyse sadece 25.000 yaşındadır (bkz. Resim 82). Çoğu yersel çarpma krateri çok daha eskidir ve bunlar genellikle büyük veya jeolojik bakımdan edilgin bölgelerdedir.

Bazen bir çarpma izi gezegen yüzeyinin altında yatan bir şeyi gözler önüne serer. Örneğin Mars'ta çevrelerinde, çarpma sıra-

sında bir an için eriyen yüzey altı su buzunu gösteren, taraklı akış örüntüleri bulunan kraterler vardır. Su donuncaya kadar yüzey döküntüsü dışa doğru taşınmıştır. Büyük bir kuyruklu yıldız sadmesi hemen hemen havasız dünyalara su veya bir atmosfer kazandırabilir.



82. Arizona Meteor Krateri. Kraterin çapı 1,2 kilometredir ve muhtemelen 15.000'le 40.000 yıl arasındaki bir zamanda bir başından bir başına 25 metre büyüklüğünde bir demir külçesinin Yer'e saniyede 15 kilometre hızla çarpması sonucu meydana gelmiştir. Açığa çıkan enerji 4 megatonluk bir nükleer patlamanın eşdeğeridir. Tabii ki, bu bir meteor değil meteorit krateridir. Meteor Crater Enterprises, Inc.'in müsaadeleriyle.

Kraterlerin [çeşitli] şekilleri vardır. Kimi çanak şekillidir; kimiyse düz ve sığdır, hafif meyilli yamaçlara sahiptir. Bir kraterin şekli, yere gerektiği kadar sert çarptıktan sonra, pek çarpan cismin hızına bağlı değildir. Sonuç çarpma noktasında büyük bir patlama infilak ettirmekle aynıdır. Buna rağmen, krater

şekli yüzeyin ne kadar yumuşak olduğuna, düşen maddenin de kırılma açısına bağlıdır.

Amerikalı astronotlar ay yüzeyinde yardımcı bir araç kullanmaksızın görülemeyecek kadar küçük kraterleri fotoğraflamışlardır. Yer'e getirilen örneklemeler de mikro krater bolluğunu gözler önüne sermiştir. Bunların bir kısmı Ay'ın asteroit tozlarını tutmasından, bir kısmı da büyük çarpışmaların yarattığı ve Ay'ın üstüne yağdırdığı ince parçacıklardan ötürü olmalıdır. Ayrıca Ay'daki mikro kraterlerin küçük bir miktarının kuyruklu yıldız tozlarıyla gıdım gıdım eşelenerek meydana geldiğini tahmin ediyoruz. Çanak şekilli mikro kraterler –asteroitlerden veya kuyruklu yıldız silikatlarına dayanan– ince, taşsı parçacıkların eseriymiş gibi gözükmemektedir. Ama çanaklardan çok girintiye benzeyen, büyüklüklerine oranla son derece sığ bir mikro krater kitlesi de vardır. Sığ mikro kraterler ancak Ay'a çarpan düşük yoğunluklu taneler tarafından kazıldıysa anlaşılabilir ve bunların sadece kuyruklu yıldızlardan kaynaklanması mümkündür. Kuyruklu yıldız tozu topraklarının mikroskobik kırıntıları Ay'daki Adamın yüzünü çok hafifçe yumuşatıp aşındırmaktadır.

Çarpma ihtimaliyeti gereği, Ay'a zaman zaman daha büyük kuyruklu yıldızlar vuruyor olmalı. 61221 adı verilen bir Ay toprağı örneği H_2O , CH_4 , CO_2 , CO , HCN , H_2 ve N_2 moleküllerinin varlığına delalet etmektedir. Bu örnekte mevcut ve diğer Ay'dan [getirilen] diğer örneklerde bulunmayan uçucular –özellikle HCN – yakın geçmişteki bir kuyruklu yıldız sadmesini akla getirmektedir. Artık kuyruklu yıldızlarda bolca organik madde bulunduğuna dair epey kanıt vardır. Kuyruklu yıldızlar bir çarpışmada çarpma alanı çevresine bir magnetizma örüntüsü izi de bırakabilir ve bu Ay'da rastlanan aksi taktirde anlaşılmasa bazı manyetik aykırılıkları da açıklayabilir.

Er ya da geç, iç güneş sistemindeki kuyruklu yıldızların takati kalmaz. Genellikle –daha önce dile getirdiğimiz gibi– tek bir günberi geçişinde kaybedilen su buzu miktarı birkaç metredir (yaklaşık 10 fut). Kuyruklu yıldız Güneş'in her yakınından geçişinde küçülür. Elbette kuyruklu yıldız sırf buz değildir. Buzla

tozun sıkı bir karışımıdır. Bazen saçın içinde etkinlik gösteren büyük fışkırık kaynaklarından muazzam miktarlarda toz çıkar. Ayrıca buğulaşan buz da daha usul usul toz kaldırır. Böylece esasen buzdan müteşekkil bir kuyrukluyıldız her günberide kuyrukluyıldız hepten ortadan kalkıncaya kadar buz ve toz kaybedecektir. Geride burçlar bulutuna tozlu bir katkıdan ve belki Yer'in göklerindeki nadir bir sporadik meteordan başka bir şey kalmayacaktır.

Bununla birlikte, kuyrukluyıldızda buzdan çok toz bulunduğunu gözünüzün önüne getirin. İlk günberi geçişinden sonra, jeologların çöl kaldırımı adını vereceği bir toz katmanı kalır. Tozun bir bölümü buğulaşan buzla sürüklenmiştir ama hepsi değil. Kuyrukluyıldız Güneşe yaklaştığı bir dahaki sefer toz [katmanı], alttaki buzlu toz toprağı yalıtıma yarayacaktır. Artık kuyrukluyıldızın ısınması daha zordur. Isınsa bile, alttaki buharın kaçması güçleşecektir: Toz tabakası yolunu kesecektir. Yüzey altına hapsolmuş gazlarının basıncı üstteki toz mantosunu uçurabilir ve o durumda süreç yeniden başlar. Birkaç günberi geçişinden sonra, o kadar derin bir çöl kaldırımı meydana gelebilir ki, daha fazla buz uzaya karışamaz. Kuyrukluyıldız artık bir saç veya kuyruk oluşturmaz. Faaliyeti durur, kepenk kapatır, iç güneş sistemindeki küçük, karanlık bir madde topağı halini alır.

Taşı çekirdekli buzla kaplı bir kuyrukluyıldız düzenli aralıklarla iç güneş sistemine girdiğinde de benzer bir şey baş gösterir. Böylesi bir kuyrukluyıldızın eriyip farklı özelliklere sahip maddelerin dikeyine ayrılması yani daha yoğun kayacın içte, daha hafif buzların dışta kalması için çok büyük—en azından bir baştan bir başa onlarca hatta belki yüzlerce kilometre— olması gerekir. Nitekim kuyrukluyıldızların silikatlarla organik bileşiklerden müteşekkil yüzeylere sahip küçük cisimlere evrilmesinin hiç değilse iki yolu vardır. Ama böyle bir küçük, koyu renkli, bazıları hayli dış merkezli yörüngelerde dolanan bir cisim kategorisi *zaten* mevcuttur. Bunlara [Güneş'ten ziyade] Yer'e yaklaşan asteroitler adı verilir. Kuyrukluyıldızların başkalaşarak buz kaplı bir dünyadan taşı bir dünyaya dönüşebileceklerine dair hayran edici ilk öneriyi Ernst Öpik ortaya atmıştı (11. Kısım).

Gerçekten başkalaşım meydana geliyorsa, o zaman dönüşüm sürecinde —tabiri caizse, son nefesini verirken— fark edilme

ihtimali bulunan birkaç kuyruklu yıldız vardır. Güneş'e yaklaşırken püskürecek, son çıplak buz parçaları buharlaşacak ve diğer yerlerin hepsinde çöl kaldırımını dinginliği zorlayacaktır. Böyle kuyruklu yıldızlar vardır ve sabırla gözlerseniz, onları bazen hareketsiz halde yakalayabilirsiniz. Bazı kuyruklu yıldızların parlaklığı on ya da daha fazla günberi geçişinin ardından bile azalmaz. Oysa bazıları bir süre sonra boyuna gözden kaybolmaya yüz tutar. Örneğin, hiç de ortadan kalkacakmış gibi görünmemesine rağmen Schwassmann-Wachmann I'i ele alın. Bir kuyruklu yıldızmışçasına gaz saldıgı söz götürmez: Yayınık saçı en azından ara sıra açıkça görülür, hatta CO⁺ salma çizgileri dahi gözlenmiştir. Schwassmann-Wachmann I, sanki Güneş'ten daha uzakken değil de daha yakinken daha çok saç etkinliği sergilemektedir. Ancak dinginken –içerdikleri karmaşık organik moleküller yüzünden kırmızı ve koyu renkli olmaları nedeniyle böyle adlandırılan– RD-tipi bir asteroit parlaklığına ve rengine sahiptir. Güneş'ten çok uzakta henüz saçları şekillenme sürecinde değilken gözlenen birçok aktif kuyruklu yıldız da –1985'te Jüpiter'in yörüngesi yakınlarında görülen Halley Kuyruklu Yıldızı dahil– RD asteroitlerini andırır. Zaman zaman aktif diğer kuyruklu yıldızlar –örneğin, Arend-Rigaux veya Neujmin– dinginken S-tipi asteroitleri andırır: Daha aktır, ağırlıkla silikatlar ve metallerden müteşekkildir ama gene de epey koyu renklidir. Sanki bu tür kuyruklu yıldızların gaz salmayı tamamladıklarında asteroitlerden ayırt edilemeyecekleri bellidir.

Asteroitler birbiriyle çarpışır, ara sıra bir parça kopar ve sonunda yolu yeryüzüne düşüp son günlerini bir meteorit diye kataloglanmış halde bir müzede geçirir. Çok çeşitli meteorit vardır. Bazıları dört buçuk milyar yıl boyunca asla pek fazla ısınmamıştır, karmaşık organik moleküller içerir ve az çok stratosferden toplanan kuyruklu yıldız tozu topaklarını andırır. Söz konusu karbonlu meteoritlerin bazılarının kuyruklu yıldız kökenli olduğu düşünebilir. Asteroitlerle çarpışma veya kuyruklu yıldızların bir başka nedenle parçalanması sonucu ortaya çıkmıştır. RD asteroitlerin renkleri ve koyulukları zaten karbonlu meteoritlerde bulunan organik bileşik bakımdan zengin kile benzer.

Gerçi diğer meteoritler çok az organik içerik barındırır ve esasen taştan hatta metalden müteşekkildir. Bazı taşsı meteo-

ritler Arend-Rigaux Kuyrukluyıldızının yüz tuttuğuna benzer asteroitlerle çarpışmalardan kaynaklanabilir. Dünyanın dört bir tarafındaki müzelerde gururla sergilenen devasa demir meteoritler, muazzam bir ısınma, erime ve eriyik demir damlacıklarının [cismin] tamamı soğumadan önce büyük bir kütle halinde kaynaşması hikâyesini anlatır. Demir meteoritler geçmişlerinde o kadar fazlasıyla ısıtılmış ve yeniden işlenmiştir ki, değişmemiş primordiyal kuyrukluyıldız maddesi olma ihtimali yoktur. Aynı şey, her ne kadar daha küçük ölçüdeyse de taşı meteoritler için de geçerlidir. Ama karbonlu meteoritler güneş sisteminin meydana geldiği ilkel maddeye çok yakındır.

Asteroitlerin çoğu kabaca şu an itibarıyla bulundukları yerde ortaya çıkmıştır: Ağırlıkla Mars'la Jüpiter'in yörüngeleri arasında. İhtimal ki, bir miktar kuyrukluyıldız maddesiyle birlikte Yer ve diğer yerbenzeri gezegenleri meydana getirecek şekilde eklenip büyüyen taşı (ve metalik) cisimlerin kalıntılarıdır. Birçok meteoridin kaynağı bunlar olmalıdır. Ancak aralarında oraya buraya yerleşmiş, tebdil gezen, kurnazca saklanan kuyrukluyıldızlar vardır. Tozdan bir manto giymiş veya gizli bir çekirdeğe kadar soyunmuşlardır. Çok yakından bakmadığınız taktirde, nar bülbülünün yuvasında mavi alakarga yumurtaları bulunduğunu asla fark edemezsiniz. Hatta az sayıda asteroit kuyrukluyıldızları gibi yörüngelerde dolanır: Hayli eliptiktir, onları Mars'ın veya Yer'in ayrıca bir de özellikle Jüpiter'in yakınlıklarına taşır. RD sınıfından böylesi bir asteroidin adı Hidalgo'dur. Belki roket etkisi (6. Kısım) nedeniyle, Encke Kuyrukluyıldızı yörüngesini yavaş yavaş içe doğru itmektedir. Encke'nin dağıldığına dair –onu izleyen Boğa ve Beta Boğa meteor yağmurları dahil– bolca kanıt vardır.

Söz konusu şüpheli asteroitlerden biri yani, Phaeton (1983 TB) *Kızılötesi Astronomi Uydusu* (12. Kısım) tarafından 1983'te keşfedilmişti. Bu asteroit her 14 Aralık'ta boy gösteren İkizler Meteor Yağmurundan sorumlu meteor akımıyla aynı yörüngeyi paylaşır. 1983 TB'nin yolunun tesadüfen tamı tamına İkizler meteor akımının [yörüngesine] düşmesi son derece ihtimal dışıdır. Aynı ölçüde, biz onu gözlemeye başlamadan hemen önce gerçekleşen bir çarpışmayla parçalanmış bir asteroit olması da imkânsızdır. Muhtemelen tükenmiş bir kuyrukluyıldızın

kırıntısıdır. İkizler meteorları yumuşak değil taşı [sert] kütleler diye bilinir. Bu noktada, Arend-Rigaux benzeri kuyruklu yıldızlardaki gibi, kuyruklu yıldızların başkalaşım katışıksız taşı asteroitlere dönüşebileceğine dair bir ipucu vardır. Demek ki, Yer'de çarpan cismin taştan meydana geldiğinin kanıtlandığı bir krater bulduğumuzda, her şeye rağmen buna tükenmiş bir kuyruklu yıldızın yol açma ihtimali vardır.

İhtimal ki, asteroit Oljato kimlik bunalımı geçiren bir başka kuyruklu yıldızdır. Jüpiter'den Venüs'e kadar uzanan, hayli dış merkezli yörüngesi bir kuyruklu yıldızıninkini andırır. Görünür ve radar dalga boylarında, [genel kurallara] tamamen aykırı bir şekilde ışık yansıtır; güneş sistemindeki başka hiçbir cisim Oljato'ya benzemez. Sanki meteor yağmurlarından biriyle ilişkilidir. Ayrıca Oljato alışılmadık bir yolla saptanmıştır: En yakındaki gezegenin yörüngesinde *Pioneer Venüs* adlı bir Amerikan uzay aracı bulunmakta, bu araç diğer görevlerinin yanı sıra, günü gününe manyetik alanın yeğinliğini kaydetmektedir. Artalanda kararlı bir manyetik alan ve ara sıra baş gösteren aykırılıklar vardır. Saptanan manyetik tedirginliklerin dörtte biri Oljato, Venüs ve ona eşlik eden uzay aracının çok yakınından (1,3 milyon kilometreden daha yakın bir mesafeden) geçtiğinde ortaya çıkmıştır. Asteroitlerin tespiti mümkün manyetik alanları olması beklenmez. Ama Oljato azıcık aktif bir kuyruklu yıldızsa, ince bir saç üretecektir. Güneş'in morötesi ışığı saç çabucak iyonlaştıracak ve saç da buna mukabil yerel güneş rüzgârının taşıdığı manyetik alanı sıkıştıracaktır. Bu sıkıştırma Venüs'ün yakınından geçerken de yerel manyetik alandaki bir yeğinlik artışı saptanabilecektir. Oljato'nun bu şaşırtıcı tayfı onun gibisinin az görüldüğünü akla getirmektedir, bununla birlikte birkaç başka kanıt onun son anlarını yaşayan bir kuyruklu yıldız olduğuna işaret etmektedir.

Yer'in yörüngesiyle kesişen hayli eliptik bir yörüngede dolanan, Adonis bir başka şüpheli asteroittir. Radar yankısının, yüzey katmanları epey gözenekliyse –sanki buzun tamamı buğulaşmış ve geride sadece gevşek bağlı bir toz matrisi kalmışsa– açıklanabilecek alışılmamış özelliklere sahiptir.

Her yıl, aşağı yukarı, Jüpiter'in kütle çekimiyle boyunduruk altına girip daha uzun devirli yörüngelerinden kısa devirli kuy-

rukluyıldız saflarına katılan yeni bir nefer vardır. Güneş ışığının, kütle çekimi gelgitlerinin ve dönmenin marifetiyle bu kuyruklu-yıldızların çoğu dağılır ve hepten ortadan kalkar. Diğerleriye ya güneş sisteminin dışına atılır ya da dünyalara çarpar. Anlaşılan, gene de yörüngeleri neredeyse daireselden iyice eliptiğe kadar değişen, kararlı bir küme başkalaşım asteroitlere dönüşmektedir. Muhakkak ki, güneş sistemi yaşlandıkça böyle kılık değiştiren kuyruklu-yıldız sayısı gitgide epey büyümektedir.

Yer'in yörüngesiyle yolu kesişen birçok asteroit muhtemelen tükenmiş kuyruklu-yıldızdır. Küçük ve sönük olma eğilimi gösterdiklerinden, keşfedilmeleri zordur. Mars veya Yer'in yörüngesiyle yolu kesiştiği bilinen cisim sayısı yüzden azdır. Üstelik bu bilgiye on yıl süren yoğun bir araştırmayla ulaşılmıştır. Yer'e yaklaşan asteroitler bizi özellikle ilgilendirir çünkü ciddi ve hesaplanabilir sonuçlara sahip bir şeyi temsil eder: Bir baştan bir başa kilometrelerce uzunluğundaki bir cismin Yer'le yüksek bir hızda çarpışması, Yer'in tarihi boyunca zaman zaman vuku bulan türden esaslı bir yıkımı simgeler. Bu istatikselsel bir kaçınılmazlıktır. Ve Yer'e bir asteroit vurmuş diye nitelese de düşen cisim belki tebdil gezen bir kuyruklu-yıldızdır.

Kuyruklu-yıldızların bugün gözlenen nüfusundan ve krater teşekkül kayıtlarından hareketle, belirli bir dünyada kaç kuyruklu-yıldız veya asteroit ve hatta bunların hangi türü krater kazdı tahmin etmek mümkündür. Eugene M. Shoemaker ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) Astrojeoloji Bilim Merkezinin kurucusu, Amerika'da Ay'ın keşfiyle ilgili ilk ciddi çalışmaların arkasındaki bilim insanlarından biri, Yer'in yakınlarındaki birçok asteroidin keşfinden sorumlu ve Arizona Meteor Kraterinin dünyaca ünlü uzmanıdır. Ayrıca bir sonraki kısımda ele alınan Shoemaker-Levy 9 Kuyruklu-yıldızının da eş-kâşifidir. Shoemaker burada aşağıdaki jeolojiyle orada yukarıdaki astronomiyi birleştirir. Mesai arkadaşı Ruth Wolfe'la birlikte Jüpiter'in büyük aylarında görülen kraterlerin aşağı yukarı dörtte birine uzun devirli kuyruklu-yıldızların yol açtığını tahmin etmiştir. Bir ihtimal dörtte bir kadarı da aktif kısa devirli kuyruklu-yıldızlar –şu hâlâ bol bol toz kuyruklu üreten, köpüren, parlaklığı değişen ve benzeri etkinliklerde bulunanlar–yüzündendir. Kraterlerin

hakkıyla yarısı, asteroit kılığına girmiş tükenmiş kısa devirli kuyruklu yıldızlar dahil, kuyruklu yıldız olmayan cisimler tarafından kazılmıştır. Yer'e gelince, [yeryüzünde] yakın geçmişte meydana gelen kraterlerin yaklaşık üçte biri uzun devirli kuyruklu yıldızların eseridir yani, buradaki hikâye Jüpiter'in aylarındakinden çok da farklı değildir. Ama yersel kraterlerin geri kalanı Yer'e yaklaşan asteroitlerden, hiç değilse bazıları tükenmiş kuyruklu yıldızdan ötürüdür. Bu bakımdan, Shoemaker ve Wolfe'a göre, bilinen kısa devirli kuyruklu yıldızların krater teşekkülüne çok az katkıları vardır.⁷¹ Kütle çekimine kapılma koşulları nedeniyle günberileri Jüpiter'in yakınlarında bulunan kısa devirli kuyruklu yıldızlar Jüpiter'in aylarına Yer'den çok daha sıkça toslar.

Büyük bir kuyruklu yıldız veya bir asteroit küçük bir dünyaya vurduğunda ki, bazen vuku bulur, dünya yıkılır, un ufak olur. İş neredeyse Mars'ın aylarından Phobos (7. Kısım) ve Satürn'ün aylarından Mimas'ta buraya varmıştı. Büyük kuyruklu yıldızlar güneş sisteminin erken tarihinde boldu ve aylarla gezegenler haline gelirken, sık sık yıkıcı çarpışmalar baş gösteriyordu.

Ay'da ve Mars'ta ve de Jüpiter'in büyük uydularında, krater değil bir başından bir başına yüzlerce hatta binlerce kilometre uzunluğunda havzalar meydana getiren muazzam antik çarpışmaların kanıtları vardır. Gelecek vadeden teorilerden birine göre, bizzat Ay'ın kendisi küçük akim bir gezegenin Yer'le ağır bir çarpışması sonucu ortaya çıkmış, çarpışmayla fırlayan kırıntılar doğal uydumuzu yaratacak şekilde kaynaşmıştı. Yara günümüzden uzun zaman önce kapandı ama çarpışma birazcık daha güçlü olsaydı, Yer hepten yıkılır ve biz kökenlerimize dair kanıtların şifresini çözmeye çalışmak üzere burada bulunmazdık.

Dünyalar arasındaki boşluklar, kütleleri hatta ayakta kalmaları güneş bulutsusunun ilk zamanlarında kaç tane ilkel cismin hangi yörüngelerde hareket ettiğine bir başka deyişle, kimi mümkün kimi daha az muhtemel bir yığın hadisenin tesadüfi dizilişine bağlıydı. Güneş sistemini yeniden başlatın, bırakın sadece rastlantılı etmenler iş görsün, şekillenen her biri birkaç kilometre çaplı hafif tertip farklı taşı ve buzlu cisim yığını, yeni dünyaları inşa eden bir başka çarpışmalar silsilesi, az çok farklı

71. Uzmanlar bu noktada farklı düşünür; bazıları aktif kısa devirli kuyruklu yıldızların yersel kraterlerin teşekkülünde epey önemli olabileceğine inanır.

k t lelere ve yörünge konumlarına sahip değişik sayıda gezegen meydana gelecektir. Genelde taşsı yerbenzeri gezegenlerin içeride, gaz devlerinin veya dev gezegenlerin dışarıda bulunacağını düşünürdük. Artı buzlu ve organik aylarla kuyruklu yıldıızların ötedeki muazzam bir bulutta. Ama 1990’larda civardaki birkaç yıldıızın Yer’le Güneş arasındaki mesafeden hatta daha yakınında dev gezegeni veya gaz devi olduğunu gösteren bir dizi sıra dışı keşif yapılmıştır. Muhtemelen, her birinde kendine özgü kuyruklu yıldıız düzenlenişi bulunan, düzinelerce farklı gezegenler dizgesi kategorisi mevcuttur. Ayrıca ihtimal ki, Galakside kabaca bizimkine benzerin yanı sıra, onların doğuşunu şekillendiren karmaşık çarpışma ruletine bağlı olarak türden t re sistemden sisteme önemli farklar arz eden yığınla gezegenler dizgesi vardır.

Kuyruklu yıldıızlar dünyaların yüzeyini yeniden işler, kavrulup kurumuş gezegenlere uçucuları taşır, gezegenleri inceleyen bilim insanları için gömülü hazineleri meydana çıkarır ve güneş sisteminin dört bir tarafına geçmişlerinin izini bırakır: Meşgul, yararlı, işgüzar cisimlerdir. Ama kuyruklu yıldıızlar ayrıca dünyalar inşa ettiği gibi onları yıkar da. Bize 4,5 milyar kadar öncesini, gezegenler dizgesinin kuyruklu yıldıızlar ve onların taşsı muadillerinden, güneş sisteminin bir yöresinden ötekine yalpa vuran, yüzlerce trilyon hatta daha fazla, k h kaynaşan k h parçalanan cisim sürülerinden, gençliğin tez canlılığı dinip de nihayetinde güneş sisteminin halihazırdaki sakin işleyişine yol açan bir küçük dünyalar hortumundan ibaret olduğunu hatırlatır. Bugünlerde, ara sıra gelip geçen bir kuyruklu yıldıız, şiddet dolu ve kaotik k kenlerimizden anımsatıcılarından biridir.

15. kısım

semanın gazabı:

1. müthiş ölüm

Bir kuyrukluyıldız asla atmosferin ta en alçak bölgelerine inmez ve yere yaklaşmaz.

–SENECA, NATURALES QUAESTIONES [DOĞA ARAŞTIRMALARI], 7. KİTAP,
“KUYRUKLUYILDIZLAR”

Kuyrukluyıldızlar meziyetleri sayesinde semaya yükseltilen, semada hayat sürme devirleri geçip de tekrardan Yer'e inen varlıklardır.

–BİRÜNİ, ON BİRİNCİ YÜZYIL

*Ortalığı kasıp kavuran kuyrukluyıldızın
meydana çıktığını gören ilk odur,*

Kimi tehdit ettiğini ve hangi toprakları yerle bir edeceğini.

–IUVENALIS, 6. YERĞİ, LATİNCEDEN İNGİLİZCEYE JOHN DRYDEN
TARAFINDAN ÇEVİRİLMİŞTİR.

Jüpiter'e çarpan kuyrukluyıldızlar astronomların gerçek dışı düşünceleri değildir. Ne de son derece ender hadiselerdir. 25 Mart 1993'te, küçük bir kuyrukluyıldız ve asteroit avcısı grubu Jüpiter'in yörüngesinde dolanan daha önce hiç kimsenin görmediği yirmi kadar parlak cismi şaşkınlık içinde keşfettiğinde, dünya hayretten donakalmıştı. Art arda dizilmiş, düzenli bir kafiye halindeydiler. Bu kuyrukluyıldız kırıntılarına, kaşiflerinin adından hareketle topluca Shoemaker-Levy 9 denir. Muhtemelen eskiden dev gezegenin yakınlarından tekrar tekrar geçerek onun gelgit kuvvetiyle parçalanan tek bir büyük kuyrukluyıldızın bileşenleriydi. İzledikleri yol geleceğe taşınınca, her birinin peş peşe teker teker Jüpiter'e bindirmek üzere olduğu çok geçmeden

su yüzüne çıkmıştı. 1994 yılının Temmuz’unda ayın 16’sıyla 22’i arasında hepsi böyle yapmıştı. Çarpışmalar, Hubble Uzay Teleskopu ve Jüpiter’in yolundaki Galileo Gezegenler Arası Uzay Aracı dahil, Yer’in her tarafındaki teleskoplar tarafından yakalanmıştı. Bereket versin ki, Yer’den görüldüğü halleriyle tam ufuk çizgisinin üzerindeydi ama parlak duman bulutları neredeyse anında kabarmıştı. Ortaya çıkan kısa ömürlü ateş topunun sıcaklığı bin derecediydi.

Shoemaker-Levy 9’un her bir kuyruklu yıldız kırıntısının bir baştan bir başa birkaç yüz metreden belki bir kilometreye kadar uzandığı, Jüpiter’e saniyede 60 kilometre hızla daldığı tahmin edilmişti. Hemen hemen hiç kimsenin öngöremediği fevkalade olguysa, her bir çarpışmanın yaklaşık Yer büyüklüğünde koyu bir leke bırakmasıydı. Her bir lekenin gözden kaybolması haftalardan aylara kadar süren bir zaman almıştı. Yüksek hızlı, ancak bir futbol sahası büyüklüğündeki bir kuyruklu yıldızın bütün bir Yer gezegeni boyutlarında etki yaratabilmesi üstünde kafa yormaya değer bir şeydir.

Kaderinize hükmeden yıldıza
Yer vücut bulmadan evvel ben hükmediyordum:
Hiç olmadığı kadar temiz ve güzel bir dünyaydı
Havada güneşin çevresinde döndüğünden beri;
Yolu açık ve düzenliydi,
Uzay daha enfes bir yıldızı bağrına basmamıştı.
Vakti gelip çatmış-ve
Başiboş dolaşan şekilsiz bir alev kütesine,
Yolsuz bir kuyruklu yıldıza ve bir lanete,
Kâinatın baş belasına dönmüştü...

Benden ne istiyorsun, Kil Yavrusu? ...

Kuyruklu yıldızlar çatırdayan göklerden müjdeliyor;
Ve gezegenler gazabından küle dönüyor.

-LORD BYRON, *MANFRED*, I, I, 118 VE II, IV, 381, 1816

Farkındayız, kuyruklu yıldızlar ömürlerimiz boyunca yanı başımızdaki Jüpiter gezegenini vurabilir. Ayrıca biliyoruz ki, bütün bir tarihi boyunca güneş sisteminin dört bir tarafındaki dünyaları vurup durdular.

Zemin büyüyor. Akarsu yatağına mil çöker, havadan toz yağar ve zemin biraz daha yükselir. Hayli tipik bir büyüme oranı yılda bir mikrondur: Her yıl yüzeyi en fazla mikroskobik bir parçacık kalınlığındaki bir film, neredeyse görülmez bir tabaka kaplar.⁷² Bir mikron hemen hemen hiçbir şeydir. Ama jeolojik devirler boyunca birikir. Bu oranla 10.000 yılda bundan bir santimetresini, bir milyon yılda da bir metresini yığarsınız. Yer'in yaşının önemli bir bölümü boyunca bu maddenin sadece eklendiği ve asla kaldırılmadığı bir yer bulabilirsiniz, gezegenimizin tarihinin bozulmamış bir kaydının korunduğu kilometrelerce yüksekliğinde yarlar keşfedebilirsiniz.

Bereket böyle yerler *vardır*. Bunlardan en iyi bilineni, Colorado Nehrinin yavaş ama ardı arkası kesilmeyen aşınımının ve Colorado Platosunun yükselişinin, tortul kolonunu ortaya döktüğü Kuzey Amerika'daki Büyük Kanyondur. Kayaçlarda enfes bir örüntü, koyu pastel renkli bir katmanlar silsilesi görürsünüz. Bitişik yamaç yüzeylerinde neredeyse özdeş örüntüler vardır. Her bir katman bir çağdır. Katmanlar arasındaki her sınır büyük bir çevre değişikliğine tekabül eder. Tortul kolonlar her yerde aynı örüntüyü sergiliyorsa, çevre değişiklikleri dünya çapında gerçekleşmiş olmalıdır. Böyle bir yamaca baştan aşağıya göz gezdirdiğinizde, dünya tarihini görürsünüz. Yaklaşık okumanız yeterlidir.

72. Bu maddenin bir yerden gelmesi gerekir ve meteor tozu genelde bunun kaynağı olamayacak kadar yani, bin kat daha yavaş düşer. Aslını ararsanız, Yer'de zemin bir mahalde azıcık büyür çünkü bir başka mahalde azıcık aşınır.



83. Kretase Dönem denizlerinden kalma bir ammonit. Bol bol fosil meydana getirdiklerinden ammonit kabuklarının şekli gayet iyi bilinmektedir. Resimler 83, 84, 85 ve 86: Maren Leyla Cooke.

Zerre kadar eşelemeden, güneş ışığında parıldayan bir şeyin farkına varabilirsiniz. Onu daha yakından inceler ve bir fosil olduğunu anlarsınız. Bu bir ihtimal bir dinazor dizi veya bir zırhlı balık [Placodermi] çenesidir. Bir mikroskop aracılığıyla pekâlâ küçük yaratıkların fosillerini keşfedersiniz. Belki ilk denizlerden birinde yüzmüş tek hücreli planktonları. Başka yerlere, diğer tortul kolonlara bakarsınız ve her nasılsa, her şey yerli yerine oturur. Bu dikkate değer kalın, kırmızımsı çökel birçok yerde o iki ince gri katmanın altında bulunma eğilimi gösterir; her zaman benzer bir fosil karışımına sahiptir. Belirli bir çağa karşılık gelen kayaçlar sahadan sahaya fark edebilir ama bolca rastlanan fosiller hep aynıdır. Bir ammonit fosili bulursunuz ve bu, şimdi uçsuz bucaksız çöl manzarasının parçası bu yamacın bir zamanlar okyanus tabanı olduğunu doğrular. Birkaç metre yukarıda veya aşağıda, fosiller çok farklı görünür; yeterince beklerseniz manzaranın çarpıcı bir şekilde değişeceğini anlarsınız.

Kayaçlar bize bir şey anlatmaya çalışıyor. Bu fosiller bir zamanlar pergellerini açan veya sürünerek ilerleyen veya yüzen veya sadece kök salan yaratıkların, onları nazarı dikkate alacak herhangi bir insan türünün bulunmadığı çok zaman önce ortaya çıkıp tükenen varlıkların yegâne kalıntılarıdır. [Tutalım ki] belirli bir fosili ele aldınız, dünyanın her yerinde –geçmişteki bir çağa tekabül eden– bir katman vardır ki onun altında söz

konusu organizma henüz vücut bulmamıştır. Genelde, üstte de bir katman vardır ki, o fosil artık görünmez ama orada ilk defa rastlanan yeni organizmaların fosilleri mevcuttur. Bundan alınacak ders açıktır: Çok fazla sayıda tür, başka türlerin evrilmelerine ve boşalan ekolojik nişleri doldurmalarına fırsat verecek şekilde, ortadan kalkmıştır. Bu türlerin çoğu mikroskop olmadan görülemeyecek kadar küçüktü. Gerçi bazıları da bir işyeri binası kadar büyüktü. Fosil bırakan bütün varlıkları sayın, fark edeceksiniz ki, herhangi bir zamanda yaşamış bütün türlerin kahir ekseriyeti açık arayla artık ortadan kalkmıştır. Tükenme kuralı, ayakta kalmayrsa istisnadır.



84. Kambriyen Dönemden kalma bir trilobit. Son trilobitler Permiyen Dönemde ortadan kalkmıştır.

Ve sonrasında farklı fosil çeşitlerinin birbirini uygun adımda izlemediğini fark edersiniz. Aksine kayaçlar, canlı türlerinin çok az değiştiği, afetlerin, altüst oluşların, birçok çeşit yaratığın toptan kaybının yaşandığı kısa aralarla kesilen uzun devirleri açığa vurur. Bu durum bazen Yer'in her tarafında aynı anda meydana gelir ve bunu şaşırtıcı ölçüde çabucak yeni türler izler. Şüphesiz bunlar yıkımdan sağ kurtululardan evrilmişlerdir. Tortul kolo-nundaki en bariz sınırlar gezegen çapındaki dehşetli felaketlerin işe yarar belirteçleridir. On milyonlarca yıl boyunca her şeyin

yolunda gittiği bir gezegeniniz vardır. Bu en kötümserlere bile bir güvenlik hissi vermeye yeterlidir. Ama ardından, belki de en az umulan bir zamanda, ortalığı kasıp kavuran değişiklikler baş gösterir: Bunlar öyle değişikliklerdir ki, bizim gibi milyonlarca yıl sonra vücut bulan gözlemcilerin anında gözüne çarpar ve hemen kavranır.

Türlerin tükenmesiyle ilgili kararlı bir zemin değer⁷³ vardır. Günümüzde, insan etkinlikleri yüzünden, türlerin soyu –toprak kazanımı veya avlanma veya endüstriyel kirlenme veya tropikal ormanların kesimi nedeniyle– her yıl tükenir. Bir zamanlar göç uçuşlarının Kuzey Amerika göklerini kararttığı göçmen güvercin yirminci yüzyılda, büyük dalcımartı on dokuzuncu yüzyılda, dodo [Mauritius dodosu] on yedinci yüzyılda tükenmiştir. Son mastodon belki MÖ 2000 kadar yakın bir tarihte, dev armadillo MÖ 5800 civarında, (ağaç taçlarını yiyen) büyük yer tembel hayvanı MÖ 6500 civarında ölmüştür. Bu yaratıkların çoğunun yok oluşundan muhtemelen biz insanlar sorumluyuz ama bu tükenmeler hayatın doğal gelgitlerinin parçasıdır ve fiziksel veya biyolojik ortamdaki küçük değişikliklerin –ki söz konusu durumda yaman bir yenice yırtıcının– eseridir. Ancak burada zihnimizi kurcalayan bambaşka bir şeydir: Yer’in her tarafında aynı anda düzinelerce veya yüzlerce familyanın kitleler halinde tükenmesidir.

Biyologların bitki veya hayvan “familyası” dediklerinin tükenmesi büyük bir kayıptır. Chihuahualardan Danualara kadar dünyadaki köpek çeşitlerini düşünün. Hepsi tek bir türdür çünkü hepsi kısırdır.⁷⁴ Biyologlar, sadece köpekleri değil kurtların yanı sıra çakalları da kucaklayan, cins adı verilen daha kapsamlı bir kategoriyi tanımlarlar. Buna karşılık bu cins yani *Canis*, tilkileri de kapsayan daha büyük bir kategorinin, bir familyanın parçasıdır; hepsi *Canidae* [köpekgiller] içinde yer alır. Familya daha büyük bir varlıklar grubudur. İnsan familyası yani insangiller familyası iki ayağı üzerinde dolaşan ve son birkaç milyon yıldır hayli şeyi anlamaya çalışan çoğu primatları kapsar. Gerçi bir-

73. “Normal tükenme oranı” da denilen bu terim türlerin türlerin kitle halinde tükenmesine kıyasla “doğal yollarla” tükenme sıklıklarını ifade eder. (ç.n.)

74. Sadece tür içi döllenme imkânının olması anlamındadır. (ç.n.)

çoğuna sokakta rastlasak onlara insan gözüyle bakmayız. Bir familyanın kaybı hayat ağacının bir ana dalını baltayla kesmektir.

<i>Tükenmelerin Meydana Geldiği Jeolojik Dönem/Bölüm</i>	<i>Milyon Yıl Önce</i>	<i>*Denizlerdeki Tükenmelerin [Taksonuna Göre] Yüzdesi:</i>	
		<i>Familyalar</i>	<i>Cinsler</i>
Geç Ordovisiyen	435	27	57
Geç Devoniyen	365	19	50
Geç Permian	245	57	83
Geç Triyas	220	23	48
Geç Kretase	65	17	50
Geç Eosen	35	2	16

* Sert bölümlü (dolayısıyla varlıklarının fosil kanıtlarını elde edebileceğimiz) deniz hayvanlarının bütün familya ve cinslerinin tükenme yüzdesine dair kaba tahmin; rakamlar 5 milyon yıllık dilimler halinde yuvarlanmıştır (2. Sütun). Kara familyalarıyla cinslerinin tükenmeleri kabaca karşılaştırılabilir diye düşünülmektedir. Veriler: Chicago Üniversitesinden J. John Sepkoski, Jr.'ın müsaadesiyle. 16. Kısımda anlatıldığı gibi bu rakamların bazılarıyla ilgili hararetli bir tartışma vardır; Permian ve Kretase dönemlerindeki kitle halinde tükenmeler en güvenilir şekilde belirlenenlerdir. 16. Kısımda anlatılan tartışmalı dönemselilikleri ortaya çıkarmakta kullanılan diğer kitle halinde tükenmeler burada çizelgelenmemiştir.

Yukarıdaki çizelgede Yer'in tarihinde bilinen en çarpıcı sekte-nin altısı, bu tükenmelerin ne kadar ağır olduğunun belirtisiyle birlikte listelenmiştir. Bu çizelgenin son iki sütununa bir dehşet duygusuyla bakıyoruz. Altı yıkımın her birinde bilinen deniz organizmalarının bütün familya ve cinslerinden yüzde kaçının yitip gittiğini göstermektedir. Ordovisiyen ve Devoniyen dönemlerinin sınırları [içinde] cinslerin enikonu yarısı, Eosen bölümünde daha azı, Triyas Dönemindeyse hemen hemen aynı oranı tükenmiştir. Permian yıkımında, Yer'deki bütün canlı familyalarının yarısından fazlası, cinslerinin dörtte üçünden fazlası ve bütün türlerin yüzden 90'ından fazlası ortadan kalkmıştır. Bu

gezegen çapındaki felaketlerin en yakın gemiştekilerinden biri, neredeyse beş familyadan birinin, cinslerin yarısının ve türlerin dörtte nn ortadan kalktığı, Kretase Dönem sonunda yani yaklaşık 65 milyon yıl önce meydana gelmiştir.

Yitip giden yaratıkların bazıları bu sayfalarda resmedilmiştir: Devoniyen Dönem sonunda tükenen bir zırhlı balık, Permiyen döneminde tükenen –okyanus diplerinde sürüler halinde avlanan ve aşağı yukarı 300 milyon yıl ömür süren– bir trilobit ve Kretase döneminde tükenen, ahtapotun akrabası bir ammonit.

Bilim insanları Kretase Dönem tkenmelerini mercek altına alır çünkü bunlar özellikle bizi ilgilendirir. Bütün o sürüngen kemikleri arasında insana giden evrim yolunun önemli bir dönüm noktası göze ilişebilir. Kretase yıkımı dinozorların bütün familyalarını, bütün cinslerini ve bütün türlerini yok etmişti. Üstelik bugünün memelileri kadar türlü türlü ve başarılıydılar. Sanki [o zamanki] bütün memeliler üstün gelecekti, artık sevinçten dört köşe onlar hüküm sürecekti –hayvanlar sınıfının bütün sivri fareleri ve balinaları ve de bütün bireyleri. Uçan ve yüzen bütün sürüngenler de hatta okyanuslarda yaşayan varlıkların yüzden fazla familyası da sıfırı tüketmişti. İnsanların ezelden beri bildiklerinin ötesinde, hiç değilse şimdiye kadar, muazzam bir yıkımdı.

İlk memeliler aşağı yukarı ilk dinozorlarla aynı zamanda ortaya kmışlardı. Dinozorlar Yer’in efendileriydi, yaratıkların en büyüğü, en glleriydi, herhangi bir Kretase manzarasında onlar dikkatinizi ekerdi. Memeliler, atalarımız, onlar ufacıklardı, sinsi, seğirten varlıklardı, sakıngandılar, fare gibiydiler, vakitlerinin çoğunu kocaman sürüngenlerin yoluna kmaktan kaçınmakla geçirirlerdi. Birkaç düzine küçük memeli orta boy bir etobur dinozorun dışının kovuğuna bile gitmezdi. Atalarımız 100 milyon yıldan daha uzun bir süre evrim açısından bariz bir çıkmaz sokaktaydılar, kıyıda köşede yaşıyor ve dinozorların hükmettiği bir dünyada gölgede kalıyorlardı. Ağaçlarla ieklerin büyük lde bugünkü gibi göründüğü ama başat hayvanların hepsinin sürüngen olduğu, o geç Kretase manzarasını ayrıntılı bir şekilde gözden geirseydiniz, atalarımızın varlıklarını srdreceklerine pek ihtimal vermezsiniz.

Görünüşe bakılırsa, dinazorları yok edip jeolojik zamanın Tersiyer Dönemini başlatanın Yer'le bir kuyruklu yıldızın çarpışması olması muhtemeldir, hatta bu akla sığar gibidir... Büyük bir ihtimalle bir sonraki çarpışma milyonlarca yıl sonra gerçekleşecektir.

-HAROLD C. UREY, "COMETARY COLLISIONS AND GEOLOGICAL PERIODS" ["KUYRUKLUYILDIZ ÇARPMALARI VE JEOLÖJİK ÇAĞLAR"], NATURE, CİLT 242, SAYFA 32, 1973



85. Permiyen Dönem kayaçlarında rastlanan, yelken şeklinde [yüzgece benzer] çıkıntılı bir sırta sahip bir pelycosaur: Dimetrodon. Dinazorların ortadan kalkışından çok önce soyu tükenmiştir.

Ama dinazorlar yıkıldılar ve öldüler, tek tek hepsi ve gezegeni memelilere bıraktılar. Elbette sağ kalanlar sadece memeliler değillerdi: Yılanlar ve semenderler iyi durumdaydılar, balıklar ve böcekler ve de timsahlar da kara bitkilerinin çoğu da artı çok sayıda mikrop da. Ne var ki çok geçmeden memeliler galebe çalmışlardı. Başlangıçta geçici olarak, ardından artan ölçüde bollaşarak. Memeliler evrim geçirdiler, çoğaldılar, çeşitlendiler, rekabetin sona erişini fırsat bilerek, boş buldukları ekolojik nişleri doldurdular. Varlığımızı –her halükârda bir fareden büyük her birimiz, varlığımızı– dinazorların tükenişine borçluyuz. Bundan dolayı biz insanlar belki şu soruya özel ilgi duyduğumuz için mazur görülebiliriz: Neden dinazorlar, Yer'deki diğer türlerin çoğuyla birlikte, yaklaşık 65 milyon yıl önce birdenbire göçüp gittiler acaba?

Büyük Fransız bilim insanı Laplace, *Exposition du système du monde* [Dünya Sisteminin Açıklanması] adlı eserinin 4. Cildi 4. Bölümünde, insanların kuyrukluyıldızlarla ilgili korkusunu bir çırpıda batıl inanç diye eleştirmiş ve kuyrukluyıldız dehşeti için akla yatkın bir bilimsel hipotez olarak sağlam ve işe yarar bir neden ortaya atmıştır:

Cehalet devrinde, insanoğlu doğayı sorgulamanın tek yolunun hesap ve gözlemden geçtiğini düşünmekten uzaktı: Bundan ötürü görüngüler birbirini düzenlilik içinde veya bariz bir düzen olmaksızın izlediğinde ya ereksel nedenlere ya da tesadüfe dayanmalıydı, ayrıca herhangi biri ne zaman doğal düzenin sonucu gibi görünse, onlar semanın gazabının pek çok işareti addedilirdi.

Ama bu hayali nedenler yerlerini art arda bilginin ilerlemesine bıraktıkları gibi, onlarda gerçeği bilmemenin ifadesinden başka bir şey görmeyen akla uygun felsefenin huzurunda tamamen ortadan kalkacaklardır.

Kuyrukluyıldızların tezahürünün o zamanlar saçtığı dehşeti, onca [kuyrukluyıldız] gezegenler dizgesini her yönde katediyor diye, içlerinden birinin yeryüzünü alabora edeceği korkusu takip etmişti.

Lexell Kuyrukluyıldızının 1770'de Yer'le çarpışmasına ramak kalmasından sorumlu yörünge evrimini Laplace'ın kendisinin [de] dikkatlice incelediğini hatırlıyoruz (5. Kısım).

Yakınımızdan o kadar hızlı geçerler ki, {kütle} çekimsel etkileri kaygı vermemelidir. Herhangi bir korkunç etkiye ancak yeryüzüne çarparak yol açabilirler. Gerçi bu durum mümkündür ama bir yüzyıl zarfında bunun ihtimali o kadar azdır ve hareket ettikleri uçsuz bucaksız uzaya kıyasla o kadar küçük iki cismin, birbirine çarpması o kadar fevkalade şartların bir araya gelmesini gerektirir ki, böylesi bir hadiseyle ilgili üstünde durulabilecek akla uygun bir endişe yoktur.



86. Devoniyen Dönemde hiçbiri sağ kalmayan bir zırhlı balık.



87. Bir kuyruklu yıldızın Yer'e vurmasının sonuçlarıyla ilgili Laplace'ın görüşüne benzer bir şey. Pearson's Magazine dergisinin Aralık 1908 sayısında yer alan bu resmin abartılı alt yazısında şöyle denilmektedir: "Büyük bir kuyruklu yıldız Yer'e had safhada yaklaşıyor, dünyamızın bahtı kapanırdı. O kadar muazzam bir ısı ortaya çıkardı ki, her şey birdenbire kendiliğinden tutuşurdu. En sert kayalar eriyik hale gelir, yeryüzünde hiçbir canlı kalmazdı. Binalar ve insanlar anında kül olurdu."

Peki, bir kuyruklu yıldızın Yer’le çarpışmasına dair korku batıl kuyruklu yıldız dehşetiyle aynı kategoride midir? Katiyen. Modern olasılık kuramının mucitlerinden biri olan Laplace, şöyle açıklamaktadır:

Bununla birlikte, söz konusu şartın bu zayıf ihtimali uzun bir çağlar dizisi sırasında artıp çok güçlenebilir. Böyle bir darbenin Yer üzerindeki etkisini tasvir etmek kolaydır: Dönme eksenini ve devinimleri değişmiş, sular yeni ekvatora doğru sürüklenmek üzere eski konumlarını terk etmiştir; insan ve hayvanların büyük bir bölümü dünya çapındaki tufanda boğulmuş veya yer yuvarlağının yediği darbenin şiddetiyle mahvolmuştur; bütün türler ortadan kalkmıştır; insan eseri bütün anıtlar devrilmiştir; bir kuyruklu yıldız darbesinin yaratacağı felaketler bunlar gibidir.

Kuyruklu yıldızların –dünya çapındaki tufan veya başka yollarla– aslında felaket habercileri oldukları beklentisi, konunun bütün bir bilimsel tarihi boyunca, bizzat (Kitab-ı Mukaddes’te geçen Tufan’a “bir Kuyruklu yıldız eseri Darbenin” yol açtığını ileri süren) Edmond Halley’nin zamanı kadar eskilere dayanan muteber bir akıl yürütmeydi. Kuyruklu yıldızların bahis konusu edilen ortalığı kasıp kavurma usulü –taşkın, karanlık, yangın, Yer’in parçalanması– zamana ve astronomi yaklaşımına göre değişir. Ama kuyruklu yıldızların yıkımla ilişkilendirilmesi kuşaklar boyunca ilginç bir şekilde kararlılık gösterir.

Laplace bir kuyruklu yıldızın Yer’e çarpasıyla ilgili bu korkunç tasavvuru zaman ölçeğindeki bariz bir çelişkiye bağlamıştı. İnsanlık tarihinin yaşı birkaç yıldan ibaretti. Ama Laplace –deniz suyunun tuz içeriğine dair Halley’nin ileri sürdüğüne benzer iddialardan ötürü– Yer’in çok daha yaşlı olduğunu biliyordu. Laplace yani kozmik evrimcinin, biyolojik evrimle ilgili zerre kadar fikri yoktu. Charles Darwin’in *Türlerin Kökeni* adlı eserinin [yazılmasına] daha altmış yıl vardı. Dünyanın insanların ortaya çıkışından çok uzun süreler önceki mevcudiyeti Laplace’ın aklına gelemezdi. Öyleyse, insanlık tarihi ve insan uygarlığı neden daha eski değildi?

O zaman, okyanusun neden eski yurdunun söz götürmez izlerini bıraktığı en yüksek dağları terk ettiğini anlıyoruz: neden güneyin hayvan ve bitkilerinin, kalıntılarına ve izlerine hâlâ rastlanan kuzeyin ikliminde ömür sürebildiklerini anlıyoruz: son olarak bu, ilk anıtlar

rının 5.000 yıldan daha öncesine dayanmadığı ahlaki dünyanın kısa süreli varlığını açıklamaktadır. İnsan ırkı az sayıda bireye gerilemiş, zamanını sadece yaşamak için acilen ihtiyaç duyduklarıyla ilgilenmek almış, ister istemez bütün bilimlerle bütün sanatların anısını kaybetmiş ve uygarlığın ilerlemesi yeni ihtiyaçlar yarattığında, sanki insanoğlu yeryüzüne henüz kondurulmuş gibi her şeyi yeniden yapmaya mecbur kalmıştı.

Burada sadece kuyrukluyıldızların yol açtığı söz götürmez küresel felaketler değil, aynı zamanda kuyrukluyıldızların tükenmeye neden olduğunun iması, hatta yıkımların Yer'in bütün bir geçmişi boyunca baş gösterdiğine dair bir ipucu bulunmaktadır. Günümüzde bu düşüncelere yeniden merak sarılmaktadır.⁷⁵

Laplace'tan sonra kuyrukluyıldızlara dayalı katastrofizim neredeyse moda haline gelmişti. Bazı yazarlar kuyrukluyıldız döküntüsünün –örneğin, Donnelly'nin *Ragnarok: The Age of Fire and Gravel* ["Ragnarok: Ateş ve Çakıl Çağı"] adlı eserindeki kilin– Yer'in büyük bir bölümüne yayıldığını, diğerleriyse çarpışmanın etkilerinin sadece belirli bölgelerde hissedildiğini tasavvur etmişti. Arada bir, Laplace'ın tasvir ettiklerinden çok daha dehşetli sonuçlar göz önüne getirilmişti. 1893'te –insanları olgularla desteklenenlerin çok ötesindekilerle korkutmaya meraklı– Fransız yazar Camille Flammarion, *La Fin du monde* ["Dünyanın Sonu"] adlı bilim kurgu bir hikâye yazmıştı:

Kuyrukluyıldızın katı çekirdeği muazzam bir semavi mermi gibi Yer'in ince kabuğunu yarmış ve yarı eriyik içine gömülmüştü. Kuyrukluyıldız bir savaş gemisinin kazanını yaran bir gülle gibi yolunu deşmişti. Yer çabucak gezegen çapında bir yanardağa dönüşmüştü. Okyanuslar su tekneleri gibi taşmıştı... kıtalar kâğıt gibi bükülüp yırtılmıştı.

Bu hayli ifrata kaçmaktır. Ama kuyrukluyıldızlar aşağı yukarı bir uçtan bir uca bir kilometreyse ve güneş sisteminin Yer'in

75. Ancak mesafe kateden bilimsel bilgi Laplace'ın burada ileri sürdüklerinin birçoğunu arkada bırakmıştır. İnsanların, yazılı tarihi ve "uygarlığı" icat etmemizden en azından bir milyon yıl önce Yer'de bulunduklarını biliyoruz. Bazı dağlık alanların bir zamanlar okyanusların altında yer aldığına dair fosil kanıtlar, [Francesco] Petrarca dahil pek çok kimsenin kafasını karıştırmıştı. İlk defa Leonardo da Vinci tarafından geliştirilen ve modern jeolojiyle artık sağlam bir esasa bağlanan açıklama, dorukları bir zamanlar kaplayan dünya çapındaki bir tufan değil, dorukların yavaş yavaş deniz tabanından yükselmesidir.

bulunduğu aynı bölgede büyük bir hızla yol alıyorsa, bundan şu netice çıkar ki er ya da geç ırice bir kuyruklu yıldız Yer'e gerçekten de çarpacaktır. Tam neyin vuku bulacağını izlememiz mümkün değilse de bunun yıkıcı sonuçlarından emin olabiliriz. Laplace'ın iddiasının temeli budur. Yer'in büyükçe kuyruklu yıldızlarla birbirini izleyen çarpışmaları arasında kabaca ne kadar süreyle varlığını koruduğunu hesaplamak kolaydır. Alelade bir zarfın arka yüzünde çözülebilir. Yirminci yüzyılın ilk on yılında Harvard [Gözlemevi yöneticisi] W. H. Pickering, her kırk milyon yılda bir Yer'e kayda değer büyüklükteki bir kuyruklu yıldız çekirdeğinin çarpacağını hesaplamıştı. Ama her tarafımızı canlıların kuşattığı olgusundan çıkardığı sonuca göre, Yer'in tarihi boyunca maruz kaldığına inandığı düzinelerce çarpışma çok az hasar vermişe benziyordu.

II. Dünya Savaşı'nın sona erişinin ardından ABD'deki belli başlı bir astronomi ders kitabında⁷⁶ şu paragrafa yer verilmişti:

Yer'in jeolojik zaman boyunca birçok kuyruklu yıldız çarpışmasına maruz kaldığı muhtemeldir. Güneş'e bir Gök Birimi kadar yaklaşan küçük, hızla hareket eden bir cismin Yer'e yaklaşık dört yüz milyonda bir vurma ihtimalinin bulunduğu kolaylıkla hesaplanabilir. Her yıl hemen hemen beş kuyruklu yıldız bu kadar yakına geldiğinden, bir kuyruklu yıldız çekirdeği yeryüzüne, ortalama olarak, seksen milyon yılda bir vuracaktır.

Ne var ki, yazarların kuyruklu yıldızlarla ilgili kum yığını hipotezini (6. Kısım) benimsemeleri nedeniyle, masif bir kuyruklu yıldız çekirdeğine inanmıyorlardı. Bu yüzden kuyruklu yıldızların Yer'le çarpışmasının "muhtemelen hayatın topyekûn imhasına yol açmaktan çok uzak kalacağı" kanısına varmışlardı. Yirminci yüzyıl boyunca bilim insanları zaman zaman biyolojik tükenmeyi kuyruklu yıldız çarpışmalarına bağlamışlardı. Gerçi hâkim kanı bu çapta bir yıkımı bu kadar küçük bir cismin meydana getiremeyeceği yönündeydi.

Floransa'dan Roma'ya Otoyolda giderken hemen hemen yarı yolda, sola döner, Perugia içinden geçip Apennin Dağlarına

76. H. N. Russell, R. S. Dugan ve J. Q. Stewart, *Astronomy I: The Solar System* ["Astronomi I: Güneş Sistemi"], gözden geçirilmiş baskı, (Ginn and Co., Boston, 1945).

doğru eşit bir mesafe daha devam ederseniz, Gubbio adı verilen bir köye varırsınız. Köy Orta Çağ kadar eskilere dayanır. Orada, yolun kenarında fevkalade bir şekilde korunan bir tortul kolonunun ardışık şeritlerini görürsünüz (bkz. Şekil XIX). Kayserler tarafından dikilenlerin herhangi birinden milyonlarca yıl öncesinde yer alır. Yanına giderseniz, parlak beyaz bir yerli kayaç üstünde bulunan ince bir pembe ve gri katman görebilirsiniz. Bu Kretase Dönem sonunu imler.

Küçük bir parça kesip laboratuvara götürürsünüz. Beyaz kayaç kireçtaşıdır ve mikroskopun altında, sıcak denizlerde yaşamış mikroskobik bitkilerle hayvanların yaptığı bir kalsit şekiller ve kabuklar matrisini görebilirsiniz. Britanya'daki beyaz Dover kayalıklarının tebeşiri böyle kalsit salgılayan okyanus mikroorganizmalarının eseridir. Kretase felaketiyle soyları tükendi. Nitekim, Kretase adı buradan gelir: *Creta* kelimesi tebeşirin Latincesidir. Gubbio'da bu okyanus kireçtaşlarının söz konusu gri/pembe katmanla kesildiğini açıkça görebilirsiniz; aşağı yukarı bir santimetre kalınlığındadır ve kilden meydana gelmiştir. Hem kil hem de kireçtaşı, on milyonlarca yıl önce münferit taneler halinde okyanusun sakin sularında çökerek birikmiş olmalıdır. Kilin hemen üstündeki kireçtaşının içinde yer alan fosiller hemen alttakilerden çok farklıdır. Dünyanın her tarafında Kretase sınırında benzer katmanlara rastlanır. Kilin bir felaketi imlediğini bir bakışta anlarsınız.

Çiçekli bitkilerden kaynaklanan mikroskobik polen türü – mikroorganizmaların okyanuslarda ortadan kalkışının karadaki eşdeğeri– kil katmanının üstünde aniden değişir. Kretase kilinin altında Yer'de aşağı yukarı 160 milyon yıl boyunca av peşinde koşan dinazorların fosillerine rastlarsınız. Üstündeyse zerre kadar dinazor fosili yoktur ama bolca memeli kalıntısı vardır.⁷⁷ Bu gri sınır Kretase Dönem –ve Yer'deki canlıların büyük bir bölümünün– sonunu getiren bir felaketi imler. O kil nedir? O müthiş ölüme ne yol açtı?

Altın ve platine bir ölçüde az bulunmalarından ötürü kıymet verilir. Ama Güneş ve yıldızların tayfına baktığınızda veya Yer'e düşmüş bir meteoridi incelediğinizde fark edersiniz ki, gökyü-

77. İnsanlara gelince, biz dinazorların hüküm sürdüğü zamanın yüzde 1'inde buradaydık. Tortul kolonun, en tepesi dışında, hiçbir yerinde izimiz yoktur.

zünde bu kıymetli metallerden nispeten çok daha fazlası vardır. Bu meteoritlerde altın ve platin damarları var demek değildir ama Yer silikon gibi bazı bol elementlere oranla, aykırı, garip bir şekilde kıymetli madenlerden yoksundur. Şimdi, altın ve platin eriyik kayaçta demirle birlikte hareket etme eğilimi gösterir. Ve bir zamanlar Yer'i meydana getiren cisimlerin bir başından bir başına eşit oranda karışan demir artık esasen gezegenimizin ayaklarımızın 3.000 kilometre altındaki sıvı çekirdeğinde yoğunlaşmıştır. Kuvvetli bir ihtimalle, altın ve platin demirle birlikte yeni yeni şekillenen Yer daha kısmen eriyikken oraya geçmiştir. Bu başka elementler, altın ve platinden daha az bilinen elementler –özellikle iridyum, osmiyum ve rodyum elementleri– için de geçerlidir. Bundan dolayı tortul kolonunun belirli bir katmanında yeterli miktarda iridyum mevcutsa, bu pekâlâ dünyevi işlere bir tür dünya dışı müdahalenin sırrını veren bir işaret olabilir.

Kretase sınırındaki kil, 1970'lerin sonlarında Berkeley'deki California Üniversitesi'nde bir grup bilim insanının merakına dokunmaya başlamıştı. Ekibin en göze çarpan üyeleri Nobel ödüllü bir nükleer fizikçi olan Luis Alvarez ve jeolog oğlu Walter Alvarez'di. İkisi de Berkeley'de profesördü. Yaşlı Alvarez nötron aktivasyon analizi denilen, başka şeylerin yanı sıra çok küçük miktarlardaki iridyumun ölçülmesini sağlayan bir tekniği kullanmayı önermişti. Alvarez ekibi Gubbio'da Kretase Dönem sonunu imleyen kil katmanının üstündeki ve altındaki iridyum içeriğini incelemeyi akıl etmişti. Yirmi sekiz kimyasal elementin tortul kolonunun bu parçasının bir başından bir başına ne miktarda bulunduğunu ölçmüşler ve şaşırtıcı bir şeyle karşılaşmışlardı. Elementlerin yirmi yedisi bolluk bakımından katmanın bir başından bir başına önemli bir değişiklik göstermemişti. Ama kilde bitişik tortulardan 30 kat daha fazla iridyum vardı. Günümüzde dünyanın her tarafında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Haiti'de Kretase sınırında bitişik katmanlardan 300 kat; Yeni Zelanda'da 120 kat; Hazar Denizi sahillerinde 70 kat; Texas'ta 43 kat; Kuzey Pasifik Okyanusu'nun derinliklerinde 330 kat daha fazla iridyum mevcuttur.

Kretase Dönemi sonunu imleyen dünya çapında iridyum bakımından zengin bir katman, 65 milyon yıl önce büyük bir

kozmetik cismin Yer'e çarptığının gayet doğrudan bir kanıtı gibi gözükmektedir. Bu kadar iridyumu Yer'in üstüne yayabilecek bir cismin ne kadar büyük olması gerektiğini bile hesaplayabilirsiniz. Sonuç bir baştan bir başa yaklaşık on kilometre çıkacaktır. Ki bu bir kuyrukluyıldız çekirdeği veya asteroit için epeyi tipik bir büyüklüktür. 1980'lerin ortaları boyunca çapları radar teknikleriyle ölçülen dört kuyrukluyıldızdan ikisi bu büyüklükteydi. Yer'in yörüngesiyle yolu kesişen birçok asteroit tükenmiş kuyrukluyıldızdır (14. Kısım). Belli ki, bundan ötürü Kretase yıkımını Yer'e vuran bir kuyrukluyıldızın tetiklemiş bulunma ihtimali beklenenden daha yüksektir.⁷⁸ Öyleyse, o kil tabakası kuyrukluyıldız maddesi bakımından zengindir: Esasen mineraler bakımından; buzlar çoktan erimiş ve buğulaşmış olmalıdır.

Kil katmanının kalınlığından iridyumun birden değil 10.000 hatta 100.000 yıl boyunca –tek bir sadmenin zaman diliminden çok daha uzun bir sürede– çöktüğü sonucu çıkmaktadır. Aynı zamanda (16. Kısım) bu birden fazla kuyrukluyıldızı içermiş yahut tek bir sadmenin kaldırıp Yer'e yakın yörüngeye fırlattığı parçacıklar Yer'e çok sürelerce düşmeye devam etmiş olabilir. Yanardağlar ara sıra aykırı yoğunlukta iridyum üretebilir ama Kretase sınırından elde edilen madde minerallerin şekil ve kimyasında sadece –bir yanardağ püskürmesinin değil, bir kuyrukluyıldız sadmesinin sağlayabileceği–muazzam bir darbeyle uyumlu değişme meydana geldiğini göstermektedir.

Bu hikâye tanıdık gibi gelmektedir. Buna benzer bir şeyi daha önce de işitmiştik: Bütün dünyaya bir kil katmanı serpen bir kuyrukluyıldızın yol açtığı yıkımlar, aynen Ignatius Donnelly'nin *Ragnarok* adlı eserinde ortaya attığı tez (10. Kısım). Yıkımlar farklı, zaman dilimleri farklı ama düşünce söz götürmez bir şekilde benzerdir. Donnelly'nin kil tabakaları genellikle Kretase sınırında değildi, Donnelly iridyum hakkında hiçbir şey bilmiyordu ve Alvarez'lere Donnelly ilham vermemiştii. Kabul edilenin dışında bilim yeterince kaleme alınırsa –ki gerektiği kadarı kesinlikle yazılmaktadır– mutlaka bazı isa-

78. Her ne kadar izleyen sayfalarda her yerde "kuyrukluyıldız" kelimesinden sonra "veya asteroit" kelimelerinin eklemiyorsak da Kretase sadmesine kuyrukluyıldızdan çıkmayan bir asteroidin yol açma ihtimalinin hâlâ kayda değer olduğunu vurgularız.

betli tahminler yapılacaktır. Nitekim *Ragnarok* da bunlardan bazılarını içermektedir. Ama Alvarez grubu çalışmalarının aksine Donnelly'nin iddiaları yetersizdir. Bugün iridyumun ne olduğu meydandadır.

Alyans Aykırılığı

Kretase sınırında bulunan düzinelerce iridyum yoğunluğundan birinin aldatıcı olduğu ortaya çıkmıştı. İridyum içeriği Yer kabuğundaki bayağı kayada on milyarda birden daha azdır. Ancak bu bile nötron aktivasyon analiziyle ölçülmeye yeterdir. Gubbio'daki –milyarda altı oranıyla– çok daha fazlaydı ve başka yerlerde daha da çoktur. Ama Montana Kretase kilinin bir laboratuvar numunesindeki iridyumun oranı şöyle çıkmıştı:

Numuneleri analiz için hazırlayan bir teknisyenin taktığı alyans veya nişan yüzüğü nedeniyle... Mücevherat için kullanılan platin yüzde 10 iridyum içerir... Bir platin yüzük 30 yılda kütlelerinin yüzde onunu kaybederse, bir dakikadaki ortalama kayıp, hepsi bir numune üstünde birikirse, hemen hemen bizim ölçüm duyarlılığımızdan {yüz kat daha} yüksektir*.

Alvarez'ler ve meslektaşlarının vardığı sonuca göre, bir platin alyansa birkaç saniyelik maruz kalma analizde aldatıcı bir sinyal meydana getirmeye yeterlidir. Araç ne kadar duyarlıysa, siz de o kadar özen göstermelisiniz. O günlerden bu yana teknisyenler eldiven giymektedir.

* Walter Alvarez, Frank Asaro, Helen V. Michel, Luis W. Alvarez, "Iridium Anomaly Approximately Synchronous with Terminal Eocene Extinctions", *Science*, Cilt 216, s. 886, 1982.

Bir uçtan bir uca on kilometre büyüklüğündeki bir cisim Yer'e kuyrukluyıldız hızlarında vurursa, devasa bir krater yani çapı iki yüz kilometreden fazla bir çukur açacaktır. Bu ister kuyrukluyıldız karaya ister okyanusa çarpsın geçerli olacaktır çünkü okyanusun derinliği kuyrukluyıldızın büyüklüğünden epeyce daha azdır. Ortaya çıkan döküntü –bir un ufak haline gelmiş kuyrukluyıldız ve un ufak haline gelmiş yeryüzü karışımı– yükseklere fırlatılacaktır; işin doğrusu büyük bir bölümü atmosferin epey üstüne yani uzaya püskürtülecektir. Bundan dolayı, döküntü gözlemlendiği gibi Yer'in her tarafına taşınmış halde bulunmalıydı. Kurtulma hızına ulaşacak şekilde fırlatılan ince parçacık bulutu Güneş'in çevresinde defalarca Yer'in yörüngesiyle kesişecek yörüngelerde yol alırdı; bu yüzden on binlerce yıl boyunca, iç güneş sisteminin Poynting-Robertson Etkisiyle (14. Kısım) arınması tamamlanıncaya kadar, bir ince döküntü yağmurunun yağması mümkündür.

Bir uçtan bir uca iki yüz kilometrelik bir krater gözden kaçırılmayacak kadar belirgindir. Peki, nerededir? Yıllarca süren sebatlı araştırmalardan sonra, krater Yucatán Yarımadası'yla Guatemala civarında bulunmuştur. Ona Chicxulub Krateri denir. Uygun büyüklük ve yaştadır, dahası birçok başka belirgin işaretlerin yanı sıra içindeki yüksek basınç kuvarısı [koezit ve/ya sitishovit] onun bir yanardağ krateri değil çarpma krateri olduğunu gösterir.

Ama bir kuyrukluyıldız sadmesi nasıl karada yaşayan yüz tonluk dinazorların yanı sıra dünyanın yarısını kaplayan bir okyanustaki mikroskobik algı öldürür ki? Birkaç öneride bulunulmuştur: Belki kuyrukluyıldızdaki siyanürlü bileşikler (8. Kısım) veya toksik metaller veya asit yağmuru herkesi zehirlemiştir. Ancak muhtemel asıl mekanizma bizzat Alvarez'ler tarafından ortaya atılmıştır: Bir santimetre kalınlığındaki bir ince parçacık katmanını Yer'den kaldırıp stratosfere yükseltirseniz, münferit parçacıkların düşmesi aşağı yukarı bir yıl kadar bir zaman alacaktır. Ve Yer'in tamamını örten bir santimetre kalınlığındaki bir kil ışık geçirmediğinden, üst atmosfer tabakasının bir başından bir başına yayılıp yavaş yavaş düşerken de ışık geçirmez olmalıdır. Güneş ışığı iridyum bakımından zengin kuyrukluyıldız kilinden müteşekkil bu bulutu delip geçememiştir. Yer, aylarca hatta yıllarca kararacak ve soğuyacaktır.

Önsezi

{Yer'in yörüngesiyle yolu kesişen küçük bir asteroitle} çarpışmanın sonuçları tasavvur edilemez; yankıları bütün dünyada hissedilecektir. Yarım milyon tonluk TNT'ninkine eşdeğer bir enerji yayılınca, yer kabuğunun 100 milyon tonu atmosfere savrulacak ve bu Yer'in ortamını gelecek yıllar boyunca kirletecektir. 15 millik bir çapa ve belki üçle beş mil arasındaki bir derinliğe sahip bir krater çarpma noktasını imleyecek, çarpma dalgaları, basınç değişiklikleri ve ısıl düzensizlikler haddi hesabı bulunmayan büyüklükte depremlere, kasırgalara ve sıcak dalgalarına yol açacaktır. Örneğin, {asteroit} Bermuda'nın bin mil doğusunda okyanusa gömülürse, ortaya çıkan ve 400'le 500 mil arasındaki bir hızla yayılan gelgit dalgası tatil adalarını silip süpürecek, Florida'nın büyük bir bölümünü sular altında bırakacak ve -200 fut yüksekliğindeki bir su duvarıyla, 1500 mil uzaktaki-Boston'u dövecektir... İlgili enerji 500.000 megatonluk TNT'ninkine eşdeğerdir: Kayda geçmiş en büyük depreminkinden iki kat daha, Krakatoa [Yanardağınınkinden] beş kat daha büyüktür... Çarpma okyanusun ortasında meydana gelirse, 100 fut kategorisindeki tsunamiler dünya çapında zarar verecektir. Çarpma karada meydana gelirse, basınç dalgası birkaç yüz mil yarıçaplı bir çember içindeki ağaçları ve binaları yerle bir edecek ve birkaç 10 tonluk toprak ve kaya tozunu, normalde yeryüzünün maruz kaldığı güneş ışınımını onlarca yıl azaltıp bir buz çağını tetikleme tehlikesi yaratacak şekilde, atmosfere fırlatacaktır.

-MIT'DE [MASSACHUSETTS TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ] SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ KONUSUNDA BİR ÖĞRENCİ PROJESİ, *ICARUS PROJESİ*, MIT PRESS, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS, 1968

Bu paragraf hem Kretase sadmesi hem de Nükleer Kış ile ilgili önemli bir önseziyi yansıtmaktadır.

Yer'in Kretase Dönemde ortalama sıcaklığı bugünkünden yaklaşık 10 Santigrat daha sıcaktı; Yer o zamanlar şimdiki standartlarla, kuru soğuğa hazırlıksız birçok canlı türüyle tropik bir gezegendi. Bugün ısının asla donma derecesinin altına inmediği tropiklerdeki bitki ve hayvanlar esaslı bir donmaya karşı pek az savunma imkânına sahiptir. Hesaplar Kretase sadmesinin hemen ertesinde Yer'in her tarafının çok soğumuş –muhtemelen donma noktasının onlarca derece altına düşmüş– olacağını göstermektedir. Buna göre, yeryüzüne ulaşan ışık miktarı da aylar boyunca bitkilerin fotosentez yapamayacakları, hatta hayvanların gözleriyle göremeyecekleri kadar azalmıştı. Belki kara bitkileri tohumlar, sporlar ve benzerleriyle uzun yılların soğuk ve karanlığına dayanmışlardı. Ama okyanuslardaki mikroskobik bitkiler besin kaynağı yokluğu karşısında çabucak ölmüşlerdi –ve çok geçmeden bu planktonlara dayalı okyanus besin zinciri de tamamen çökmüştü. Dinozorların zor durumları, donmuş, loş, mahvolmuş bir doğal çevrenin bir başından bir başına sendeleye sendeleye ilerledikleri kolaylıkla göz önüne getirilebilir. Ancak küçük, toprak altında yuva yapan sıcak kanlı memelilerin ayakta kalma şansı daha yüksekti.

Demek ki, Kretase Dönem tükenmelerinin başlıca nedenlerinden biri Nükleer Kış diye bilinen modern nükleer savaşın sonucuna çok benziyordu. Yerdeki nükleer patlamaların kaldırdığı tozla şehirlerin içindeki ve çevresindeki “stratejik hedeflerin” yakılmasıyla ortaya çıkan duman yüzünden, biz insanlar kendi çağımızda belki Kretase Dönemdeki gibi kitle halinde tükenmelere yol açmaya yeterli kendi iklim felaketimizi yaratabiliriz. En önemli fark şu ki, dinozorlar kendi tükenmelerinin yolunu yapmamışlardı. O zamandan beri, bilim insanları boy boy kuyruklu yıldızlardan veya asteroitlerden birinin Yer’le çarpışmasını izlemesi muhtemel Yer yıkımlarının ürkütücü kataloğunu derlemek için harıl harıl çalışmaktadırlar. Elbette irice kuyruklu yıldızlar nadiren çarpar. Kretase Dönemden Tersiyer Döneme [geçişe yol açan] kuyruklu yıldız (veya asteroit), unutmayalım ki, yaklaşık 10 kilometre çapındaydı ve 65 yıl önce vurmuştu. Eşdeğer enerjisi tahminen megaton (milyon ton) TNT mertebesindeydi. Kaç milyon ton? Aşağı yukarı bir milyon [megaton]. Bir milyon megaton: Soğuk Savaş’ın doru-

ğunda dünyanın nükleer cephaneliklerinin toplam içeriğinin çok ötesinde. 200 kilometre çapındaki Chicxulub Kraterini oymuştu.

Çarpma ihtimali çok daha yüksek bir cisim bir baştan bir başa yüz metre yani, bir futbol sahası büyüklüğündedir. Çarpma enerjisi çağdaş nükleer silahların rutin patlama gücü olan yaklaşık 1 megatondur. Bunlar genellikle atmosferde ufanır ve hiçbir zarar vermez. 1 megaton çarpma enerjisiyle bir milyon megaton çarpa enerjisi arasındaki muazzam fark, tahmin ettiğiniz gibi, dünya kadardır. Aşağıda Owen B. Toon, Kevin Zahnle, David Morrison, Richard B. Turco ve Curt Covey'nin son verilerini aktarıyoruz:

10 megatonla yaklaşık 10.000 megaton arasındaki çarpma enerjileri birkaç yüz metre çapındaki kuyruklu yıldızlara veya asteroitlere tekabül eder; büyükleri on binlerce yılda bir ortaya çıkar. Ama stratosfere esaslı bir iklim değişikliğine yol açacak kadar ince toz dolmaz. İnfilak hasarları, depremler ve küçük bir eyalet çapında yangınlar meydana gelecektir. Okyanusta vuku bulursa, çarpma bütün bir okyanus havzasının her yerinde gelgit dalgalarına (tsunamilere) yol açacaktır.

Çarpma 10.000'le 100.000 megaton aralığındaysa (kabaca bir kilometre çapındaki bir kuyruklu yıldız), çarpma aşağı yukarı birkaç yüz bin yılda bir meydana gelir. İklim [değişimi] etkileri ucu ucuna tetiklenebilir. Küresel ozon seyrekleşmesi başlayacaktır. Sağlam bir sözlü geleneğin yüz binlerce yıl şöyle dursun on binlerce yıl bile öncesine dayanmamasından ötürü, insanoğlunun mit, efsane veya folklorunda bu tür yıkımların belirgin bir izine rastlanmasını beklememiz için hiçbir neden yoktur ama sanıyoruz ki, bu tamamen imkânsız da değildir.

100.000'le 1.000.000 megaton aralığında, kabaca bir milyon yılda bir vuku bulacak, bir çarpmayı ele aldığımızda, birkaç kilometre çapındaki bir kuyruklu yıldızın Yer'e çarptığını gözümüzün önüne getiriyoruz. Bu durumda, gökyüzü sadmeden ötürü o kadar ısınacaktır ki, dünyanın her tarafında kontrol edilemeyen yangınlar çıkacaktır; stratosferdeki tozun yanı sıra çarpan cisimlerden kaynaklanan sülfatlardan ötürü, dünya çapında gökyüzünün önce ateş alacağını sonra da bütün bütün zifiri karanlığa gömüleceğini hesaplıyoruz. Buna göre, aniden ısınan hava bizi morötesi güneş ışığının ölümcül etkilerinden

uzak tutan koruyucu ozon tabakasını seyreltmekle kalmayacak, neredeyse tamamen ortadan kaldıracaktır.

Ve gözümüzün önüne daha da büyük kuyrukluyıldızları getirdiğimizde –doğru, bunlar çok daha aralıklı çarpacaktır ama– arz edeceği tehlikeler zincirlenecektir. Açıktır ki –ister bilimsel tüm-dengelim ister bilinmeyen korkusu ister baki kalan mit– hangi yolla olursa olsun içe işleyen ve küresel ezeli kuyrukluyıldız korkusu temelsiz değildir.

Öyle görünüyor ki, 65 milyon yıl önce (veya sonradan) bir kuyrukluyıldız veya asteroit Yer'e vurmasaydı, muhtemelen dinazorlar hâlâ burada bulunurken biz bulunmazdık. Sadece Yer'in diğer varlıklarının gen ve kromozomlarının barındırdığı gerçekleştirmemiş sayısız ihtimallerden biri olurduk.

16. kısım

semanın gazabı:

2. modern bir mit?

Kâinattaki her cismin ve her hadisenin Kadiri Mutlak bir Yaradan tarafından düzenlenip yönetildiğine inanan bizler, kabul etmeliyiz ki, Tanrı harikulade yaratılış planını “sonucunu başından görerek” meydana getirirken, kuyruklu yıldızların devir ve hızlarını, yolları ara sıra gezegen yörüngeleriyle keşişe de bu yörüngelerden gezegenler onların çok yakınlarmındayken geçmeyecek şekilde düzenlemiştir. Ayrıca böyle bir hadise herhangi bir zamanda baş gösterirse, emin olmalıyız ki, bu Kadiri Mutlak’ın plan ve iradesiyle tam uyum içindedir ve esas itibarıyla akıl kâinatın mutluluk ve düzeniyle İlahi hükümetin güttüğü amaçlara hizmet eder.

–THOMAS DICK, *THE SIDEREAL HEAVENS AND OTHER SUBJECTS CONNECTED WITH ASTRONOMY, AS ILLUSTRATIVE OF THE CHARACTER OF THE DEITY AND OF AN INFINITY OF WORLDS* [“TANRININ NİTELİĞİNİ VE DÜNYALARIN SONSUZLUĞUNU GÖSTEREN, ASTRAL SEMA VE ASTRONOMİYLE İLGİLİ DİĞER KONULAR”], PHILADELPHIA, 1850

Size kuyruklu yıldızlardan bahsederken kendimi dezavantajlı bir durumda hissediyorum; kuyruklu yıldızlar bugünlerde eskiden oldukları gibi değil.

–ARTHUR STANLEY EDDINGTON, “SOME RECENT RESULTS OF ASTRONOMICAL RESEARCH” [“ASTRONOMİK ARAŞTIRMALARDA YAKIN GEÇMİŞTE ELDE EDİLEN BAZI SONUÇLAR”], CUMA GECESİ SOHBETİ, THE ROYAL INSTITUTION, LONDRA, 26 MART 1909

Açık açık ifade edildiğinde, insana hâlâ ucuz bilim kurgunun ilk günlerinden kalma bir şeymiş hissi veriyor: 65 milyon yıl önce bir kuyruklu yıldız uzaydan gelip Yer’e vurdu ve bu gezegendeki canlıların büyük bir bölümünü ortadan kaldırdı. Alvarez keşfi, etkileri jeoloji, astronomi ve evrim biyolojisine yayılan hatta uluslararası politika ve nükleer stratejiye sızan, aşağı yukarı

bilimsel bir devrim yarattı. Kozmik hadiselerle varlığımız arasındaki bağlantı insanı heyecana getiriyor.

Ama Kretase Dönemde yaşanan tükenmeler Yer'deki hayatın tarihindeki yegâne hatta en büyük kitle halinde tükenme vakası değildir. Ve –Laplace ve başkalarının farkına vardıkları gibi– kuyruklu yıldızlar (ve asteroitler) Yer'e birçok defa çarpmış olmalıdır. Bir diğer kitle halinde tükenmeyle ilişkili, bir başka tortul katmanında daha iridyum yoğunlaşmalarına rastlanmıştır (gerçi –herkesin önemseydiği büyük bir kütle halinde tükenmeyle ilişkili– Permiyen Dönem tortularında şimdiye kadar iridyum aykırılığına dair tek bir belirti bile ortaya çıkmamıştır; Permiyen Dönem yıkımı tamamen bir iç hadiseyle bağlantılı gibi görünmektedir yani, Yer'in çekirdeğinden yüzeye yükselen bir süper duman bulutuyla). Alvarez keşfi bir dizi bilim dalından gelen başka bilim insanlarının da kuyruklu yıldız sadmeleri ve kitle halinde tükenme üzerinde düşünmesine ve bir kat daha sıra dışı iddialarda bulunmalarına yol açmıştı. Bununla birlikte, yakın geçmişteki bu gelişmeler –bazı düşüncelerin birbiriyle çelişmesinden ve başkaca nedenlerden ötürü– daha spekülatiftir ve bu noktada ihtiyatlı davranmalıyız.

Yeni gelişmeler Amerikalı paleontoloji uzmanı J. John Sepkoski, Jr.'ın bütün tortul kayalarda izi kalan bütün deniz canlıları familyalarının ana listesini derlediği Chicago Üniversitesinde başlamıştı. Yer'in tarihinde belirlenen gelmiş geçmiş canlı familyalarının kahir ekseriyeti artık tükenmiştir. Sepkoski her bir tükenmiş familyanın ortadan kalktığı çağı çizelgelemişti. Tükenmeyle ilgili, jeolojik zaman boyunca az çok değişmeyen –dağ oluşumu, sera etkisi, hastalık, Darwinci rekabet ve benzeri– birçok nedenin yol açtığı bir zemin değer görebiliyordu. Bu zeminde üst üste binen tükenmelerin, Kretase Dönemde sonunda ve diğer Müthiş Ölümler sırasındaki gibi, birbirinin üstüne yığıldığı zamanlar vardı (bkz. 15. Kısımdaki çizelge, sayfa 335). Familya tükenme verilerinin daha önce derlenenlerden çok daha ansiklopedik olmasına rağmen, bu noktaya kadar pek yeni bir şey yoktu.

Ama Sepkoski ve gene Chicago Üniversitesinden David Raup, tükenme tarihlerini incelediklerinde dönemselliğe benzer bir şey bulduklarında hayret etmişlerdi.

Dönemselliğin evrim biyolojisiyle ilgili muhtemel sonuçları esaslıdır. En aşıkârı evrim sisteminin “yalnız” olmadığıdır ... En büyük tükenmeler için tahmin edilen %77 ve %96 kadar yüksek bir tür imha oranını [göz önünde bulundursak], biyosfer dapdaracak boğazlara sürülmekte ve bu hadiselerden kurtulmaya genellikle biyotik bileşimdeki kökten değişiklikler eşlik etmektedir. Bu tedirginliklerin yokluğunda makro evrimin genel gidişatı çok farklı olabilirdi.

—DAVID M. RAUP VE J. JOHN SEPKOSKI, JR., “PERIODICITY OF EXTINCTIONS IN THE GEOLOGICAL PAST”, [“JEOLÖJİK GEÇMİŞTEKİ TÜKENMELERİN DÖNEMSELLİĞİ”], *PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE U. S. A.*, CİLT 81, S. 801, 1984

Bitkiler ve hayvanlar yaklaşık 26 milyon yılda bir, görünüşe bakılırsa saat gibi, gezegenin her tarafında küt diye gidiyorlardı. Vardıkları sonuca göre, familya, cins ve tür düzeylerinde, Yer’deki bütün canlıların önemli bir kesri belli ki düzenli aralıklarla ortadan kalkıyordu. Tükenme. Bilim insanları bundan nesnellikle bahsederler ama Azrail’in tırpanını düzenli bir şekilde hareket ettirmesiyle bu sayısız hayatın dibine darı ekilmesinde, soy çizgilerinin anlamsızlaşmasında sinir bozucu bir şey vardır. Beklendiği gibi, sıranın bize gelip gelmediğinin derdine düşeriz.

Paleontoloji uzmanları onlarca yıldır kitle halinde tükenmeler için çok çeşitli açıklamalar akla getirmişlerdir ama ortaya atılan mekanizmalardan hiçbiri bir dönem içermiyordu. Yer 26 veya 28 veya 30 milyon yıllık döngülerden herhangi birine sahip değildir: Ne yanardağlarda ne levha tektoniğinde ne de hava şartlarında. Bu kadar uzun devirler astronominin ilgi alanına girer.

Kretase sınırındaki iridyum Yer’in üstüne uzaydan yağanların [yol açtığı] dönemsel (veya en azından ara ara meydana gelen) kitle halinde tükenmeler düşüncesini akla uygun kılmıştır; ama bu ne birçok bilim insanı ne de başkaları için yenilir yutulur bir şeydir. Bir an için küçük dünyaların saat gibi gökten düştüğünü kabul etsek dahi, bu olguyu Yer’deki kraterlerin yaşlarının açığa vurması gerekmez mi? Kraterler meydandadır: Küçük, taze, henüz aşınmamışların yanı sıra daha büyük ve daha eskileri

vardır, en büyüğü bir baştan bir başa 100 kilometreden fazladır. Elbette, daha da büyük kraterler ortaya çıkmıştır ama bunlar Yer'in tarihinde o kadar geçmişte kalmıştır ki, Yer'in kabuğunu meydana getirirken yavaş yavaş çarpışan ve gömülen levhalar onları çok uzun bir süre önce yok etmiş olmalıdır. Nitekim yakın zamanda güdülenen birkaç bilim insanı ekibi, ayakta kalan kraterlerin yaşlarını incelemiş ve görünüşe bakılırsa –aynı anda hem muratlarına erip hem de şaşırarak– kraterlerin uzaydan gelen cisimlerin sadmesi sonucu, hemen hemen her 28 milyon yılda bir, çıkarımsal kitle halinde tükenme devirlerine yakın tarihlerde kazılma eğilimi gösterdiğini bulmuştur. Dahası, bazılarının anlattıkları eş evrelidir: Kitle halinde tükenmeler büyük kraterler meydana geldiğinde vuku bulma eğilimi gösterir, tahminen iki hadiseye de aynı çarpan cisim yol açmıştır.

Cam

Yer'in bazı tortul katmanlarına, boyları birkaç santimetreyle mikroskopla bile görülemeyecek kadar küçük arasında değişiklik gösteren, camsı, geometrik bakımdan pürüzsüz kalıntılar [inklüzyon] saçılmıştır. Bunlara tektitler denir. Tektitlerin kuyruklu yıldızların Yer'e vurmasıyla ortaya çıktığı ilk defa 1957'de Amerikalı kimyager Harold Urey tarafından ileri sürülmüş ve –henüz kesin bir hükme varılmamışsa da– hipotez hâlâ geçerliliğini korumaktadır. Kuyruklu yıldız Yer'e çarpar, büyük bir krater kazar ve bu sırada altındaki zemini eritir; silikat damlacıkları uzak mesafelere savrulur, bu süreçte donar ve perdahlı şekiller meydana getirir. Bunlar bazen gözyaşı damlası şeklindedir. Tektitlerin kendisinde de bu şiddetli hadiseler sırasında yenik hale geldiğine dair belirtiler vardır. Mikrotektit katı denileni içeren tortul katmanlarının Eosen Dönemi tükenmeleriyle ilişkili olduğu iddia edilmiş ve tartışılmıştır. Bu konuda ileri gelen uzmanlardan birinin adı, epey uygun bir şekilde, Billy Glass'tir [yani Billy Cam]. Delaware Üniversitesi'nde görevlidir.

Bağıntı bire bir değildir. Kretase Döneminden daha eski tortullarda, bu sınırların tarihlenmesinde çok milyon yıl ya da daha fazla belirsizlik vardır; krater yaşlarıyla tükenme zamanları

arasında kesin bir uyum mevcut bulunmamasının nedenlerinden –birçoğunun yanı sıra– biri budur. Bazı kozmik cisimler, muhtemelen Kretase Döneminin sonundakine benzer şekilde, okyanusa çarpıp büyük ihtimalle ortada görünür bir krater bırakmamıştır. Tahmin ettiğimiz gibi, 28 milyon yıllık döngünün parçası olmayan rastgele meydana gelmiş kraterler de vardır.

Bu kafa karıştırıcı duyurular bilimsel literatürde yapıldığından, bir dizi bilim insanı çıkarılan sonuçların güvenilirliğini gözden geçirmek üzere asıl verilere dönmüştü. Kraterlerin listesi ne ölçüde tamdı? Sadme tarihleri ne kadar kesinlikle belirlenmişti? Kitle halinde bir tükenme nasıl tanımlanır? Krater kazımı veya kitle halinde tükenme tarihleri ne derece güvenilirlerdir? Farz edelim ki, krater kazımı ve tükenme hadiseleri tamamen rastgele baş gösterdi; tesadüf eseri aldatıcı dönemsellik kanıtı bulma ihtimaliniz kaçta kaçtır? Bu yeniden çözümlemenin sonuçlarına henüz tam ulaşılammıştır ama izleyen hararetli tartışmalarda birkaç bilimin temelini yapıcı bir şekilde yeniden değerlendirildiği açıktır. Krater kazımı ile kitle halinde tükenmenin eş evreli dönemselliğine inanlar vardır. Bunlar krater kazımının dönemsel olabileceğine ama kitle halinde tükenmenin olmayacağına veya

... {dönemsel kitle halinde tükenme} ile ilgili kanıtlar, stratigrafik sınırların eksiksiz tarihlenmesi, veri tabanının ayıklanması ve zemin değer tükenmeye kıyasla kitle halinde tükenmenin tanımını konularındaki fazlasıyla üstünkörü kararlara dayanmaktadır. Bu kanıtlar akla uygun diğer jeolojik zaman ölçekleri ve kitle halinde tükenmeye dair başka tanımlar karşısında yetersiz kalmaktadır. Ayıklanmamış veri tabanının çözümlemesi kitle halinde tükenmelerin tespitinin ve tarihlenmelerinin güvenilirliğinin halihazırda son derece sınırlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu kitle halinde tükenmelerin görünürdeki dönemselliğinin olası- lıksal {tesadüfi} süreçlerden kaynaklandığını akla getirmektedir.

–ANTONI HOFFMAN, “PATTERNS OF FAMILY EXTINCTION DEPEND ON DEFINITION AND GEOLOGICAL TIMESCALE” [“FAMİLYA TÜKENMELERİNİN ÖRÜNTÜLERİ TANIM VE JEOLÖJİK ZAMAN ÖLÇEKLERİNE BAĞLIDIR”], *NATURE*, CİLT 315, S. 659, 1985

aksine inanlardır. Ve halihazırdaki belirsizlik kapsamında ne krater kazımı ne de kitle halinde tükenmeyle ilgili dönemsellik için ikna edici kanıt bulunmadığını düşünen epey bilim insanı da mevcuttur.

Bu son bilim insanları grubu haklıysa, o zaman bu kısmın geri kalanı hayal kurmaktan ibarettir. Ancak böylesi dönemsellikler mevcutsa, yeryüzündeki hayatla gökyüzündeki hadiseler arasındaki çarpıcı bir bağlantı ortaya çıkarılmış demektir. Öyleyse, bugün bile bir yerlerdeki kozmik bir saat hızla kıyamet gününe doğru ilerliyordur. Bereket, kitle halinde tükenmelerin yarı yolundayız. Dönemsellik ile ilgili doğru bir sonuç çıkarıldıysa, bir sonraki bombardımana daha 15 milyon yıl var. İşimiz zemin değer tükenmelerinden biri haline gelmeye meydan vermemektir.

Ama uzaydaki bir cisim Yer'e vurma vaktinin geldiğini nasıl bilebilir? Hangi kozmik düzenek kıyamet günü saati vazifesi görebilir? Örneğin, halihazırdaki kısa devirli kuyruklu yıldız öbeğini veya yolları Yer'in yörüngesiyle kesişen asteroitleri gözünüzün önüne getirin. Bunlar elbette zaman zaman Yer'e çarpacak ve krater kazımının zemin değerine katkıda bulunacaklardır. Zaten belki kayaçlardaki, biyolojik yıkımla ilişkilendirilmemiş, zemin iridyumunun çoğu da kuyruklu yıldızlardan –durmadan yağan meteor akımlarıyla burçlar tozundan– kaynaklanıyordur. Ancak bu sürekli bir çilenti halinde gerçekleşecektir; bu dünyalar kendilerini Yer'e her 30 milyon yılda –veya başka bir zaman ölçeğinde bile– bir kitle saldırısı düzenlemek üzere muhafaza altına almazlar. Dönemsel sadmelere başka cisimler yol açıyor olmalıdır, daha uzaktaki.

1980'lerin ortalarına gelindiğinde, birbirinden epey farklı iki varsayım çekişiyordu. Her ikisi de kozmik bir metronomun tükenmelere nasıl 30 milyon yıl aralıklarla dem tuttuğunu göstermeyi amaçlıyordu. Hiçbiri tamamıyla yeterli değildir; ikisi de de eksiktir. İki hipotezi de azıcık uçuk birer savmış hissini vermeden ifade etmek dahi zordur. Ayrıca popüler basındaki daha sansasyonel haberler bazı bilim insanlarının akıllarından geçen başlangıçtaki şüpheleri doğrulamıştır. Ama birlikte, geçişken bilimin iyi bir örneğini ortaya koyarlar. Tartışmalı verilerden güçlü bir sonuç çıkmaktadır. Ne var ki sonuç bir muamma yaratmaktadır. Hipotezlerin ikisi de muammayı farklı şekillerde

açıklamaya çalışmaktadır. Bilime hizmet edecekse, hipotezler belirli yeni bir deney türünü gerçekleştirdiğinizde ortaya çıkanla ilgili farklı öngörülerde bulunmanızı sağlayacaktır. Din açısından bir kehanetin gerçekleşmesi neyse bilim açısından da nicel öngörülerin deneyle doğrulanması aynı şeydir.

İki hipotezden birine göre, Yer'deki hayat Samanyolu Galaksisinin, ilk defa Wright ve özellikle Kant (4. Kısım) tarafından fark edilen, şeklinden ötürü düzenli aralıklarla ortadan kalkar. Galaksimiz sarmal kollara sahiptir, yıldızlarla tozdan meydana gelen şişkin bir çekirdeğin çevresinde dönen ince bir disk. Muazzam sayıda yıldız Samanyolu'nun merkezinde kümelenmiştir; bu parlaklık, kütle, konum ve patlamaya hazır şiddet bakımından Galaksinin göbeğidir. Neyse ki, yaşadığımız yerin burayla alakası yoktur, banliyösü bile sayılmaz. Yurdumuz, Güneş gibi yıldızların o uzak göbeğinin çevresini bir kere dolanması 250 milyon yıl alan galaksinin ücra taşrasındadır.

Ancak galaksi merkezinin çevresinde dönmesinin yanı sıra Güneş'in bir başka hareketi daha vardır: Bir yukarı bir aşağı gidip gelir, her seferinde galaksi merkezini delip geçen sanal bakışım düzleminin bir yanından girip diğer yanından çıkar. Güneş, düzlemden maksimum uzaklıkta yani, yaklaşık 230 ışık yılı yukarıdayken, altındaki gaz ve toz ve de yıldızların kütle çekimine kapılır, yavaşça yön değiştirir ve geriler. Ama galaksi düzlemi sanaldır, gerçek bir yüzey değildir ve Güneş oraya vardığında, yüksekçe bir hıza ulaşır ve onu durduracak bir şey yoktur. Bu yüzden, dalıp öbür taraftan çıkar ve arkada bıraktığı toz ve yıldızların kütle çekiminden ötürü ta galaksi düzleminin öteki tarafında 230 ışık yılı kadar uzaklıktayken yavaşlar, durup gerisingeri düşer.

Güneş'in bir yandan öbür yana bildiğimiz herhangi bir şeyden neredeyse çok daha tam bir boşlukta yol alması yüzünden, hareketini yavaşlatacak bir sürtünme yoktur. Güneş tamamen esnek bir yaya asılı bir ağırlık gibi, sonsuza kadar bir yukarı bir aşağı sekip durur. Salınan Güneş fiilen bir devridaim makinesidir. Çok miktarda kütle uzaydaki çevremizin içine veya dışına doğru yer değiştirmedikçe, galaksi ortamındaki bu sekme ilelebet devam edecektir. Salınım süresi sadece uzayda Güneş'in yakınında ne kadar kütle bulunduğuna bağlıdır ve bu astronomlarca gayet

hassas bir şekilde ölçülmüş gibi gözükmetedir. Ayrıca, Güneş'in yer değiştirmesi sistemimizin civarındaki yıldızlara göre hareketi incelenerek de hesaplanabilir. İki yolla da Güneş'le maiyetindeki gezegenler ve kuyruklyıldızların galaksi düzlemini arka arkaya kesişi sırasında geçen sürenin 33 milyon yıl olduğu çıkarılmıştır. Aslında, yakındaki bütün yıldızlar bir yukarı bir aşağı gidip gelir, galaksi düzlemini hemen hemen her 30 milyon yılda keser. Yer'deki fosil ve kraterlerin yaşını incelediğinizde, neredeyse 30 milyon yıllık bir zaman ölçeği bulunduğunu fark edersiniz. Güneş'in Galaksi içinde dalıp çıktığını incelediğinizdeyse, gene kabaca 30 milyon yıllık bir zaman ölçeğiyle karşılaşsınız. İki sürenin birbiriyle ilgili olabileceğini, salınımın tükenmelere yol açabileceğini düşünmeden edemezsiniz.



88. Güneş'in Galaksi içindeki hareketi. Güneş, her çeyrek milyar yılda bir Samanyolu'nun masif, parlak, şişkin çekirdeğinin çevresini dolandır. Güneş Galaksi merkezinin çevresinde ağır ağır dolaşırken, daha yüksek bir hızla bir yukarı bir aşağı gidip gelir, hemen hemen 60 milyon yılda bir geri döner ve bu nedenle Galaksinin bakışım düzlemini kabaca her 30 milyon yılda bir keser. Acaba bu 30 milyon yıllık devir bir şekilde Yer'deki kitle halinde tükenmeleri tetikler mi? Diyagram: Jon Lomberg/BPS.

Kuyruklu Yıldız Sağanakları

Tükenmelerle ilgili bir dönemsellik ve krater kazımı ortaya atılmadan önce, Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'ndan J. G. Hills, iç Oort Bulutunun yakınından gelip geçen bir yıldızın –yoldaş yıldız değil– bir kuyruklu yıldız fırtınası koparabileceğini ileri sürmüştü*:

Gözlenen kuyruklu yıldız bulutu ihtimal ki kütle merkezi Oort Bulutunun gözlenen iç sınırının epey içinde bulunan çok daha masif bir kuyruklu yıldız bulutunun sadece dış halisidir.

Hills makalesinin devamında Güneş'in ancak 3.000 Gök Birimi uzaklığından geçen bir yıldızın iç Oort Bulutundan Yer'in civarında her saat yeni bir kuyruklu yıldız türeyecek şekilde bir kuyruklu yıldız sağanığına yol açacağı sonucu çıkarmıştı. Bunun birçok etkisi olacaktı ama Hills'in ki bir astronomdur öncelikle dile getirdiği şudur:

Böylesi bir kuyruklu yıldız akısı sönük cisimleri araştıran astronomik gözlemciler için büyük bir sıkıntı yaratır!

İşte ender rastlanan astronomik haykırışlardan biri daha. Hills şöyle devam eder:

Bu tür bir sağanaktan kaynaklanan tümleşik kuyruklu yıldız akısı birkaç kuyruklu yıldızın sağanak sırasında gerçekten Yer'e vurmasına yetecek kadar büyük olabilir. Bu jeolojik kayıtlarda ortaya çıkabilir.

* J. G. Hills, "Comet Showers and the Steady State Infall of Comets from the Oort Cloud" ["Kuyruklu Yıldız Sağanakları ve Kuyruklu Yıldızların Oort Bulutundan Süren Duru Yağışı"], *Astronomical Journal*, Cilt 86, s. 1730, 1981.

Ama Güneş'in hareketi kuyruklu yıldızlara nasıl düzenli bir şekilde Yer'le çarpışmaları için yol gösterir ki? Samanyolu'nun bizim bulunduğumuz bölümüne damla damla yayılmış dev moleküler bulutlar vardır. Hepsisi Güneş'le aynı hızda yer değiştirmez

ve Güneş'in ara sıra onlardan birine rastlaması kaçınılmazdır. Güneş sisteminden daha büyük bir hacme yayılmaları nedeniyle, güneş sisteminden çok daha masiftirler. Böyle bir bulutun yanından veya içinden geçmek Oort Bulutundaki kuyruklu yıldızlar arasında büyük bir kütle çekimsel çalkantı yaratır ve bir kuyruklu yıldız sağanağının Yer ve komşu dünyalara çullanmak üzere serbest kalmasına yol açar.

Gerçi bu metronomun işe yaraması için, bulutların özellikle tek bir yerde –muhtemelen galaksi düzleminde– yoğunlaşması gerekir. O zaman, Güneş düzlemin içine (sırayla bir üstten bir alttan) dalıp çıkar, iç güneş sistemine doğru bir kuyruklu yıldız sağanağı yağmaya başlar, bunlardan bir veya daha fazlası Yer'e çarpar, hava kararır ve sıcaklıklar düşer. Yıldızlararası bulutlar varlığını galaksi düzleminde sürdürseydi, dönemsel kitle halinde tükenmeyle ilgili salınan Güneş açıklaması epey gelecek vadeder gibi gözükürdü.

Gelgelelim bulutlar, galaksi düzlemiyle Güneş'in en fazla uzaklaştığı 230 ışık yıllık gezi noktası arasındaki bölgenin tamamında, esas itibarıyla gelişigüzel dağılmıştır. Bunlardan birine galaksi düzleminde rastlaması için 230 ışık yılı yukarıda veya aşağıdayken rastlamasından daha fazla neden yoktur. Açıkçası, halihazırdaki çağda güneş sistemi Galaksi düzleminin 25 ışık yılı yukarisındadır (kuzeyindedir) ve eşigimizde hiçbir dev yıldızlararası bulut yoktur. Öyleyse tükenmelerin tesadüfen meydana gelmesi gerekir. Güneş'in galaksi düzlemini kabaca 30 milyon yılda bir kesmesi Yer'deki kabaca 30 milyon yıllık döngüye (26, 28 ve 30 yıllık dönemler arasındaki farkları hiçe saysak bile) tevil edilemez. Belki de Güneş'in dönemsel bir şekilde galaksi düzlemine dalıp çıkarak kuyruklu yıldızları altüst etmesinin ve Yer'deki küresel yıkımları tetikleyebilmesinin başka bir yolu vardır. Belki de Galakside, Güneş bir yandan girip diğer yandan çıkarken Oort Bulutunun rastladığı yassılmış bir primordiyal küçük kara delik öbeği mevcuttur. Ama varsa, şimdiye kadar bunu kimse bulabilmiş değildir⁷⁹ ve bu tür bir şeyin yokluğunda, bu hipotez, bu düş kırıklığına uğratan haliyle, yetersiz kalır. Peki, bunun alternatifi nedir?

79. Gerçi bu noktada Samanyolu'ndaki kütlenin neredeyse yarısının "kayıp" olduğunu belirtmek uygundur. Kütle çekimsel etkisi hissedilmektedir ama bu bilinen hiçbir cismi karşılamaz ne yıldızlara ne gaza ne de toza tekabül eder.

Gökyüzündeki çoğu yıldız çift veya daha çok yıldızlı sistemlerinin ögesidir. Tipik bir çiftyıldız sisteminde, birbirinden birkaç Gök Birimi uzaklıktaki iki yıldız muhteşem bir kütle çekimsel *fandango*⁸⁰ yapar. Çoğunlukla yıldızlar birbirinden hayli uzaktır. Bazı durumlarda iki yıldızın birbirine kütle çekimsel olarak bağlı ama birbirinden 10.000 GB uzakta bulunduğunu görürüz. Gökyüzündeki yıldızların en az yüzde 15'i bu kadar ayrı bir yoldaş yıldızla sahip gibi gözükmektedir. Güneş'e en yakın yıldız sistemi -4,3 ışık yılı ötedeki, Alfa Centauri- iki parlak yıldızdan 10.000 GB mesafedeki Proxima Centauri [Proxima Erboğa] adı verilen uzak soluk üçüncü bir yoldaş güneşe sahiptir. Sıkça yoldaş yıldızın ışığı çok zayıftır. Bu durum henüz keşfedilmemiş birbirinden hayli uzakta epey çiftyıldız bulunabileceğini akla getirir. Muhtemelen Galaksideki çoğu yıldız o kadar soluktur ki, astronomlar onlara bu yüzden kahverengi veya siyah cüce adı verir. Belki çoğu uzak yoldaş bu türdendir.

Güneş sistemi bir istisna gibi gözükmektedir. Güneş'in herhangi bir yoldaşını bilmiyoruz. Ama bir istisna *değilsek*, Güneş'in belirli bir yörüngede görünmez bir yoldaş yıldızı *varsa*, o zaman tükenme mekanizmasını anlamak gene ihtimal dahilindedir. Farz edin ki, çok uzun bir eliptik yörüngeye sahip -böylece ortalama olarak 90.000 GB yani 1,4 ışık yılı uzakta- bir yoldaş yıldız mevcuttur. Ama her dolancasında bir kere Güneş'e çok yaklaştığını, belki 10.000 GB veya daha yakına geldiğini varsayın. Bu yıldızı, kuyruklu yıldızların normalde gelip geçen yıldızlar tarafından dürtüklenmediği, Oort Bulutunun iç kısmına getirir. Böylesi bir yörüngeyle yoldaş her 30 milyon yılda bir Oort Bulutunun yoğun bölümlerini yarıp geçer ve Yer'le komşu dünyalara kuyruklu yıldız yağdırır.

Bu yıldızın bir yılı bizimkinin 30 milyon katı olacaktır. Güneş'in çevresinde on kere dönüşü onu yelken sırtlı ejderhaların [Dimetrodon] bulunduğu Permiyen Döneminden, insanların gezegenleri incelediği ve Yer'in başına bela kesildiği bugüne taşıyacaktır. Muhtemelen halihazırda günöte yakınlarında, yörüngesinin Güneş'ten en uzak noktasında yol alıyordur. Bugünden on beş milyon yıl sonra kuyruklu yıldızlar arasında bir daha kol gezecektir. Yoldaş yıldız iç Oort Bulutuna dalıp çıktığında, bir

80. Eşlerin birbirine kur yaptığı coşkulu bir İspanyol dansı. (ç.n.)

milyar kuyruklu yıldız iç güneş sistemine yağdıracaktır. Ama her biri azıcık farklı gezinelerde yol alacağından, kuyruklu yıldızların hepsi buraya aynı anda varmayacaktır. Aksine, bir milyon yıl veya daha uzun bir zaman dilimine yayılacaklardır. Bu yüzden, yoldaş yıldız hipotezi zemin değer krater kazımı ve tükenmelerin milyonlarca yıl süren aralıklarla dönemsel olarak kesintiye uğrayacağını, bu sırada Yer'e birkaç belki de düzinelerce kuyruklu yıldızın vuracağını öngörür. İşte bu kitle halinde tükenmelerin neden bir anda baş göstermek yerine bazen milyonlarca yıl kadar uzun bir dönem boyunca meydana geldiğini açıklayacaktır.

Varsayımsal yoldaş yıldızın Güneş çevresindeki dönüş süresi tamı tamına 30 milyon yıl olamaz; zaten tamı tamına hiçbir şey olamaz: Yıldızların, yıldızlararası bulutların ve Galaksinin masif çekirdeğinin yarattığı kütle çekimsel tedirginlikler onu bir o yana bir bu yana sürükleyecek, yörünge dönümünü değiştirecektir. Sonuçta böylesi herhangi bir yörünge adamaklı farklılaşacaktır. Bir yoldaş yıldız halihazırdaki yörüngesinde, gelip geçen yıldızlar ve Samanyolu'nun genel kütle çekim kuvveti onu alıp götürmeden önce, taş çatlasa bir milyar yıl dayanabilecektir. Bu süre Permien Döneminden itibaren ortaya çıkan dönemsel tükenmeler ve çarpma kraterlerini açıklamaya yetecek ölçüde uzundur ama yoldaş yıldız muhtemelen bundan önce çok farklı bir yörüngede dolanıyordu. Bir yoldaş yıldız başta gezegenlere çok daha yakın bir yörüngedeydiyse, güneş sisteminin erken tarihinde ve neredeyse sürekli kuyruklu yıldız sağanakları meydana getirmiş olmalıdır. Gelgelelim güneş sisteminin erken tarihinde, kuyruklu yıldızlar Uranüs ve Neptün civarındaki bölgeden temizlenirken –yani, hem dış Oort Bulutunu meskün kılacak şekilde dışarıya doğru hem de yerbenzeri gezegenlerde krater kazılmasına yol açacak şekilde içeriye doğru sürülürken– böylesi adamaklı şiddetli bir kuyruklu yıldız akısı zaten beklenir bir şeydir (12. Kısım).

Ancak böylesi abartılı ihtimalleri dikkate almadan önce, hipotez garip bir olguyla yüzleşmelidir: Bugüne kadar bir yoldaş yıldızla ilgili herhangi bir kanıt bulunamamıştır. Ne çok parlak ne çok masif olması gerekir; Güneş'ten çok daha küçük ve soluk bir yıldız, hatta kahverengi veya siyah cüceler –çekirdeklerinde

hidrojen füzyonu üretilip yıldız ışığıyla parlamaya yetmeyecek kadar masif- dev gezegence cisimler yeterlidir. Zaten soluk yıldızlar kategorisinden hiç kimsenin aykırı -bir yıldızın daha uzak yıldızlardan meydana gelen bir artalana nazaran görünürdeki yıllık muazzam devimini (paralaks, 2. Kısım)- bir şey bulunduğunun farkına varmadığı bir yoldaşın mevcut olduğu düşünülebilir. Karanlık, soğuk yıldızları aramak üzere, özellikle varsa bir yoldaş yıldızı yakalamak için tasarlanmış en azından bir tane ciddi araştırma yapılmıştır. Bir tane keşfedilseydi hele aşağı yukarı doğru bir yörüngede bulunan, Yer'deki dönemsel kitle halinde tükenmelere esas itibarıyla bunun yol açtığından pek az kimse kuşku duyardı.⁸¹ Bu şimdilik kışkırtıcı ama ispatlanmamış bir hipotez olarak kalmıştır.

Aynı zamanda bu efsanevi bir kudret kavramıdır. Önceki kuşaklardan bir antropolog haber kaynaklarından bu hikâyeyi öğrenseydi, ortaya çıkan bilimsel kalın kitapta şüphesiz “ilkel” veya “bilim öncesi” veya “canlı” gibi kelimeler kullanırdı. Örneğin şunu ele alın:

Güneş'in bir Karanlık Kız Kardeşi vardır. Bir vakitler, hatta büyük büyükannenin zamanından bile önce, iki güneş gökyüzünde birlikte dans ederdi. Ama Karanlık Olan kız kardeşi çok daha parlak diye onu kıskanıyordu ve onu sevmediğimiz için hiddetlenip bizi lanetlemiş ve dünyanın üstüne kuyrukluyıldızları salmıştı. Korkunç bir kış gelmiş, karanlık bastırmış ve kuru soğuk çıkmış, ayrıca neredeyse bütün canlılar ölmüştü. Epey bir mevsim sonra, Parlak Kız Kardeş çocuklarına dönmüş, gene sıcak ve aydınlık olmuş ve hayat yenilenmişti. Ama Karanlık Kız Kardeş ölü değildir. Sadece saklanmaktadır. Bir gün geri gelecektir.

Bazı bilim insanları bu nedenle ölüm yıldızı teorisini ilk duyduklarında ona bir şaka gözüyle bakmışlardı. Yer'e kuyrukluyıldızlarla saldıran görünmez bir yıldız insana bir sabuklama veya en hafifinden bir mit gibi gelir. Ancak teori ciddi ve muteberdir. Önemli ölçüde spekülatifse de bilimdir çünkü esas düşünce sınanabilir: Yıldızı bulur ve yörünge özelliklerini incellersiniz.

81. [Metni] bilimsel açıdan gözden geçirmesini istediklerimizden biri buradaki kenar boşluğuna şu notu düşmüştür: “Kedinin kanatları olsaydı...”. İşin doğrusu, söz konusu yoldaş yıldızla rastlanmadığı gibi kendileri de tartışmalı dönemsel-liklerin dışında varlığını gerektirecek başka bir kanıt da yoktur.

Gerçi teoriyi ilk ileri süren bilim insanı gruplarından birinin yıldızı adlandırmak için mitolojiye el atıp ona, kendini beğenmişlerin üstüne azap yağdıran Yunan tanrıçasından hareketle, Nemesis demekle mutabık kalmaları boşuna değildir. Ardından “Korkarız ki, şu yoldaş bulunamazsa bu makale Nemesis’imiz [mahvımız] olacaktır.” diye de eklemişlerdir.

Nemesis tedirgin edilip onu gezegenler dizgesine taşıyacak bir yörüngeye sokulduğunda, bir kuyruklu yıldız sağanağından daha feci bir durum baş gösterecektir. Bu durumda düpedüz bazı gezegenleri Güneş Sisteminden çekip ayırabilir. Geri kalan gezegenleri hayli dış merkezli yörüngelerde bırakabilir ki, bu süratle değişen, tehlikeli bir duruma yol açar... 90.000 GB yarı-büyük eksenli bir Nemesis Yer’deki hayatı tehdit eder ama Oort Bulutunun iç kenarındaki bir Nemesis muhtemelen tam anlamıyla kozmogonik boyutlarda bir yıkım yaratmıştır.

–J. G. HILLS, “DYNAMICAL CONSTRAINTS ON THE MASS AND PERIHELION DISTANCE OF NEMESIS AND THE STABILITY OF ITS ORBIT” [“NEMESIS’İN KÜTLESİ VE GÜNBERİ UZAKLIĞIYLA İLGİLİ DİNAMİK SINIRLAMALAR VE YÖRÜNGESİNİN KARARLILIĞI”], NATURE, CİLT 311, S. 636, 1984

Bir Nemesis yoksa, galaksi içinde salınım teorisinin bir çeşidi daha muhtemel hale gelecek ve yakındaki soluk yıldızlar hakkında çok şey, ayrıca belki “kayıp kütle” hakkında da bir şey öğrenmiş olacağız. Veya dönemsel tükenmelerin varlığından kuşku duyanların iddialarını güçlendirecektir. Bilim katiiyen zarar göremez. Vizyonunun büyüklüğü ve bir yoldaş yıldız yoksa bile ortaya çıkacak yeni bulgular yüzünden, bu teori bilimin ana akımı içinde yer alır. Ne var ki bu kimi zaman basının yetersiz bir şekilde takdir ettiği bir olgudur. *The New York Times*, 2 Nisan 1985’te bu bilimsel tartışmayı başyazısına taşıyıp, aşağıdaki gibi kara çalarak taraf tutmaya karar vermişti:

[Aslında tükenmeler tartışması] Berkeleyli iki bilim insanı ve bir astronom güruhu tarafından apansız kapışılmıştır... Kitle halinde tükenmelerin en dolaysız muhtemel nedenleri, yanardağ faaliyeti veya

iklim yahut deniz seviyesi değışikliğı gibi, yersel hadiselerdir. Astro-
nomlar dünyevi hadiselerin nedenini yıldızlarda arama görevini ast-
rologlara bırakmalıdırlar.

California Üniversitesi'nin Berkeley kampüsünden Richard
Muller ve Walter Alvarez *The Times*'a cevaben yazdıkları 14
Nisan 1985 tarihli bir mektubu şöyle noktalamışlardır:

Diyorsunuz ki, "Karmaşık hadiselerin nadiren basit açıklamaları
vardır." Bütün bir fizik tarihi sizi yalanlıyor.

"Astronomlar dünyevi hadiselerin nedenini yıldızlarda arama gö-
revini astrologlara bırakmalıdırlar." diye öneriyorsunuz. İzninizle biz
de şunu öneriyoruz: Başyazarlar bilimsel meselelerde hüküm verme
görevini bilim insanlarına bıraksalar daha iyi olmaz mı?

Tartışma büyük ihtimalle devam edecektir.

Ölüm yıldızının adına gelince, tabii ki bulunursa, Amerikalı
paleontoloji uzmanı Stephen Ray Gould, Nemesis adının pek
doğru olmadığını ileri sürmektedir:

Nemesis haklı öfkenin kişileşmesidir. O [tanrıça] kibirli ve güçlüye
saldırır, ayrıca kesin bir dava güder... O kitle halinde tükenmelere
dair yeni görüşümüzle yerine koymaya çabaladığımız her şeyi -hak
edenlere ızdırab veren öngörülebilir, belirleyici nedenleri- temsil
eder...

Kitle halinde tükenmeler canlılar tarihinde değışmez bir şekilde yı-
kıcı değildir. Aynı zamanda bir yaratılış kaynağıdır... Kitle halinde
tükenme canlıların tarihindeki en önemli değışikliklerle kaymaların
birincil ve vazgeçilmez tohumu olabilir... Üstelik kitle halinde tüken-
me büyük bir ihtimalle önceki normal zamanların çevreleri için ge-
lişen kusursuz uyumlara kayıtsızdır. Rastgele veya herhangi bir
kurbanın plan ve amaçlarını aşan kurallara göre vurur.

Gould bunun yerine yoldaş yıldızın, yıkıma yaratılışın öngereğı
ya da tersi gözüyle bakan, Hindu mabudu Şiva yani, Yıkıcı'dan
hareketle adlandırılmasını önerir:

Şiva belirli hedeflere bir dava uğruna veya cezalandırmak için sal-
dırmaz. Aksine huzur dolu yüzü kimseyi hedef almayan ama dünya-
mızın bakım ve düzeninden sorumlu nötr bir sürecin mutlak dirlik
ve sükûneti kaydedir.

Gould, kuyrukluyıldızları –Laplace’ın batıl inanç diye itham ettiği– “semanın gazabıyla” ilişkilendirmenin yolunun, kuyrukluyıldızlarla Yer’deki hayat arasındaki bağlantı konusundaki en yeni bilimsel görüşlere düşmesinin ne kadar da tipik bir özelliğimiz olduğunu söylemektedir.

17 kısım

büyülü bölge

*Artık kuyruklu yıldızlarla ilgili bilgimizin sağlam zemininin en üst sınırına kadar ilerlemiş bulunuyoruz. Önümüzde spekülasyonun büyü-
lü bölgesi uzanmaktadır.*

-WILLIAM HUGGINS, ON COMETS ["KUYRUKLUYILDIZLAR ÜZERİNE"],
CUMA GECEİ SOHBETİ, THE ROYAL INSTITUTION,
LONDRA, 20 OCAK 1882

Çevrenizde gördüğünüz canlı ya da cansız her şey, gökyüzünden düşmüştür –veya hiç değilse bileşen atomları. Yer şekillenmeden önce, bu atomların çarpışarak harıl harıl gezegenleri meydana getiren küçük dünyaların parçaları olduğu bir devir vardı. Ve ondan önce, içindeki ve çevrenizdeki bütün atomların, her birinin, yıldızlararası uzayda yüzen gaz ve mikroskobik tanelerde bulunduğu bir devir daha vardı. Yer tamamen şekillendikten sonra, daha fazla kozmik madde, genellikle kuyruklu yıldızlardan kaynaklanan madde, kendini yeryüzüne yapıştırmıştı. Yer'deki her şey –bu metal, kaya ve su topağında, en azından bir süre için, biriken– gökyüzü maddesidir.

Mit ve folklordaki gibi, bilimsel literatürde de kuyruklu yıldızların hayata dair ima ettiklerinin yönü kötücüllük eğilimi gösterir. Kuyruklu yıldızların sadece ara sıra iyicil olabilecekleri iması vardır. Böylesi bir bilimsel açıklamanın en eskisini galiba *Principia* adlı eserinde Isaac Newton yapmıştır. Kuyruklu yıldız maddesinin Yer'de biriktiğini ileri sürmektedir:

Kuyruklu yıldızların... kuyruklarından çıkan buharlar sonunda gezegenlerin atmosferleriyle buluşup içine düşebilirler ve orada yoğunlaşır

su ve sulu tinlere⁸² dönüşürler ve ondan sonra da yavaş ısınmayla gitgide tuza ve kükürt bileşiklerine ve tentürlere ve çamura ve kile ve kuma ve taş ve mercana ve diğer töz türlerine geçerler.

Burada, iddianın gerçekleşmesiyle ilgili hiçbir şey sunulmamasına rağmen, kuyruklu yıldızların sudan meydana geldiğine dair bariz bir ima vardır. Newton Yer'e varan her türlü kuyruklu yıldız "buharının" kaybedilenleri, muhtemelen uzaya [karışanları] ancak dengelediğini ve bu katkının Yer'deki doğurganlığın devamı açısından elzem olduğunu ileri sürerek devam etmektedir.

Üstelik, tinin en çok kuyruklu yıldızlardan geldiği inancındayım ki, bu havamızın en küçük ama en saf ve yararlı parçasıdır ve her şeyin bizimle birlikte ömür sürmesi için çok gereklidir.

Anlaşıldığı kadarıyla, Newton kuyruklu yıldızların Yer'deki hayat için elzem bir şeyi sağladığını söylüyor. Ama onu "tin" diye adlandırması maddeden meydana gelmediğini akla getiriyor. Öyleyse, onun kuyruklu yıldızlardaki varlığını kanıtlaması hatırı sayılır bir araştırma gerektirecek gibidir ve Newton buna yeltenmez.

Kuyruklu yıldızların biyolojik rolü konusunda umut veren diğer görüşlerse daha da söz götürürdür. E.-J.-F. Sales-Guyon de Montlivault⁸³ 1821'de insanların ilk başta Yer'e gökten düşerek geldiklerini ortaya atmıştı. İşe bir kuyruklu yıldız karışmıştı. Montlivault hayvan fosilleri bakımından zengin çoğu kayaç katmanında insan kalıntılarının bulunmadığını fark etmişti. [Charles Darwin'in] *Türlerin Kökeni* adlı eserinden yaklaşık kırk yıl önce yazan Montivault'ın, insanların Ay'da ortaya çıktıkları, gelip geçen bir kuyruklu yıldızın kütle çekiminin bir miktar ay okyanusunu Yer'e sıçrattığı ve o okyanusta atalarımızın olduğu aklına yatmış gibiydi. Belki kamış kayıklarla yelken açmışlar ve antik Mısır dilini konuşuyorlardı. Evrim bizi böylesi akıl dışı hipotezlere ihtiyaç duymaktan kurtarmıştır.

82. Newton'un Latincesi "Spiritus" olan "tin" kavramından neyi kastettiği tartışmalıdır. "Ruh" mu, "esir" mi, "esans" mı veya başka bir şey mi, belirsizdir. İlginçtir, örneğin Türkçede etilakole "şarap ruhu", etere "Lokman ruhu", amonyaga "nişadır ruhu" da denir. (ç.n.)

83. Tam adı Montlivault Kontu Éléonore-Jacques-François-de-Sales Guyon de Diziers. (ç.n.)

Kuyruklu yıldızlar hayat için özel bir şey içerdiyse –diyelim ki, onu başlatan veya durduran bir şey– o şeyin etkisini göstermesi için epey fırsatı olurdu. Yer’in her tarafına, her zaman, ince kuyruklu yıldız döküntüsü yani, son kertede yıldızlararası ortamdan kaynaklanan parçacıklar yağar. Atmosferin içene girer, yağmur ve karla dışına taşınır, bitkilerle hayvanların bünyesine karışır. Gündelik hayatımızı kozmik parçacıklar kuşatır. Onları yer ve teneffüs ederiz. Ve onlardan meydana geliyoruz. Bu dünya dışı atomlar sperm ve yumurta hücrelerinin bünyelerinde toplanır ve insanların gelecek kuşaklarına geçer.

Stratosferde rastlanan yumuşak, organik bileşik zengini parçacıkların yanı sıra (13. Kısım), kuyruklu yıldızların hafif tertip daha büyük başka yadigârları vardır. Örneğin, okyanus tabanlarını eşeler ve ardından da eleyip manyetik ayırmaya tabi tutarak kum tanesinden daha küçük bütün ince parçacıkları incelerse-niz, ufacık, metal bakımdan zengin camsı küreler bulursunuz. Bunlardan karada da mevcuttur ama toprak artık insan eseri ince parçacıklarla o kadar kirlenmiştir ki, bu küreciklere orada rastlamak daha zordur. Görünüşleri Yer’in her tarafında çok benzerdir. Bu yüzden geniş alanlara yayılan küçük bir hayvanın eseri –sanki yumurtaları veya dışkıсыymış –diye düşünebilirsiniz. Ama daima aynı şekilde bir tür cam ve metalden meydana gelmişlerdir ve kesinlikle biyolojik değillerdir. Nikel/demir oranının gösterdiğine göre, bunların kökeni dünya dışıdır.

Kürecikler, Yer’in atmosferine yüksek hızla giren, havayla sürtünme sonucu eriyen ve atmosfer boyunca yavaş yavaş düşen, önceden yamuk olan küçük cisimlerdir. Bunlara yüzden erimiş [ablasyona uğramış] meteor küreleri adı verilir: Soğuyup yeniden katılaştıran damlacıklardır, yeryüzüne düşen gözyaşlarıdır, az buçuk mikrotektite benzer ama onlardan çok daha fazla sayıdadır (16. Kısım). İncelediğinizde, içlerinde gerçekte olduğundan daha azmış izlenimi verecek kadar kolayca uçuculaştıran kimyasal elementlere rastlarsınız. Organik maddedeki karbon böyle bir elementtir, bir de kükürt. Besbelli atmosfere giriş sırasında buharlaşmışlardır. Ama başka, alışılmış kozmik oranlarda daha refrakter elementler de vardır. Ablasyon küreleri kuyruklu yıldız tozunun erimek dışında Yer’in atmosferine yüksek hızla girişe dayanan küçük parçalarını andırır. Stratosfer

yüksekliklerinden toplanan gezegenler arası parçacıklar laboratuvarında deney amacıyla eritildiklerinde, okyanus tabanlarında ve daha nadiren bizzat stratosferde de bulunan küçük kürelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini kazanır. Okyanus tortularından toplanan kürelerin yaklaşık yüzde 10'nu tesadüfen erimekten kurtulan ana maddenin tanelerini içerir. Güçlü kanıtlar sunmak gerekirse, kürecikler görünüşte sadece uzayda kozmik ışınların üretebileceği manganez 53 gibi radyoaktif izotoplar ihtiva eder. Bizler, damlacıklarla pullar arasında, kuyruklu yıldız maddesinin⁸⁴ içinde yüzüyoruz.

Bütün bu kozmik döküntü, rüzgârla suyun, sıcaklıkla mikro-organizma faaliyetlerinin etkisi sonucu kemirilir, aşınır, ufalanır, sistemli bir şekilde giderek daha ince tanelere dönüşür ve sonunda münferit moleküllere ve atomlara indirgenir. Yer'in kabuğunun ve üst mantosunun [çekirdek kabuğunun] ağır ağır, çok-milyon-yıl süren dolanımı kozmik parçacık kalıntılarını ayaklarımızın altındaki toprağın çok derinlerine taşır. Yüzlerce kilometre aşağıdaki, bir zamanlar kuyruklu yıldızlarda bulunan madde, on milyonlarca yıl sonraki bir gelecekte, yüzeye çıkıp yeni bir kıta veya sıradağ yaratacak muazzam bir konveksiyon hücrelerinin parçasıdır. Kuyruklu yıldızlar insana bir mit veya öykünce kadar uzak gibi gelebilirler ama aslında gayet açık bir gerçekliğe sahiptirler: Gezegenimizin de kendimizin de parçasıdırlar.

Kuyruklu yıldızlardan düştüğüne—hem folklorda hem de bilimde—inanılan maddelerden en dayanıklısı, tuhaf bir şekilde, mikroplar yani, hastalıklara yol açan ajanlar [patojenler] çıkmıştır. Kuyruklu yıldızların dünya çapında kıranlarla ilişkilendirilmesi dikkat çekicidir. Bu kültürel farklıları aşar ve kuyruklu yıldızların sadece hayallerde değil gerçekten de salgın hastalık taşıyıcılığı yapıp yapmadıklarını göz önünde bulundurmak cezbedicidir. Elbette insanlık tarihinin büyük bir bölümü boyunca hastalığın yaygın olduğunu unutmuyoruz. Bundan ötürü, bir kuyruklu yıldız

84. Ablasyon kürelerine stratosfer yüksekliklerinden toplanan toz örneklemelerinde de rastlanmıştır ama bunlarda atmosfere girişte çabucak soğuyup erimekten kurtulan daha küçük, daha kırılgan parçacıklar ağır basmaktadır. Kürelerin azı yüzeye düşer ancak bunlar nispeten daha dayanıklıdır. Yerdeyse organik pullara kıyasla ablasyon kürelerini bulmak daha kolaydır.

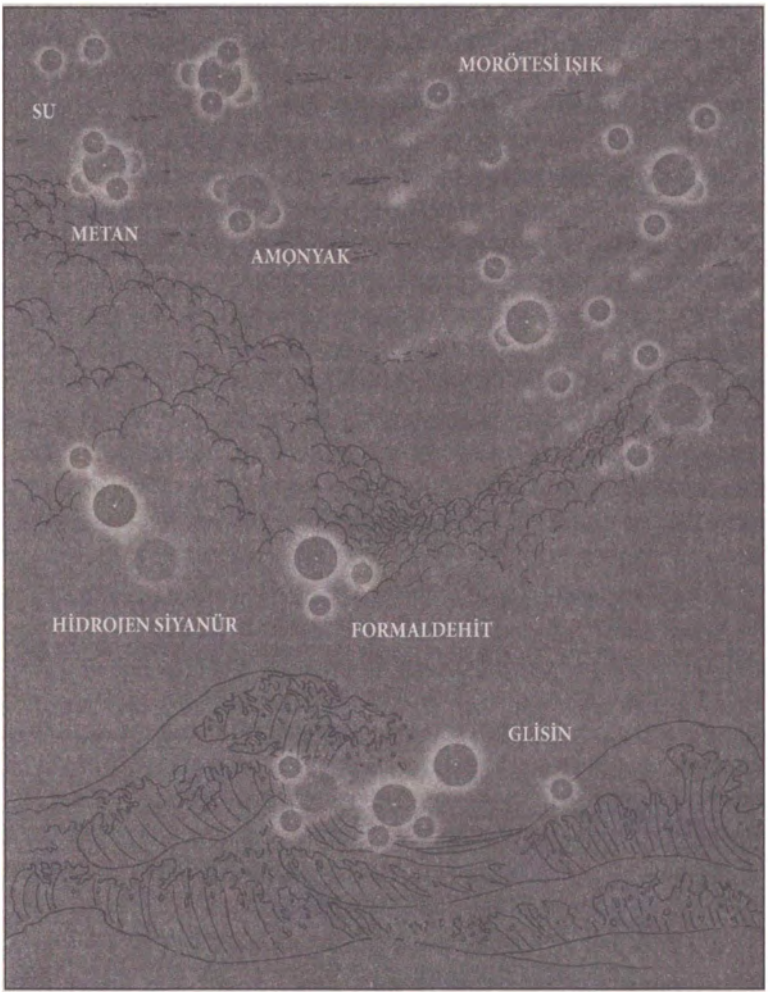
dızın tezahürü zaman zaman tamamen tesadüf eseri bir yerlerde patlak veren bir salgın hastalıkla çakışmıştır. Örneğin, Londra Veba Salgınıyla Büyük Londra Yangınına kuyruklu yıldızların yol açtığı inancı, Daniel Defoe tarafından *Journal of the Plague Year* [*Veba Yılı Günlüğü*] adlı romanında ele almaya geçecek kadar yaygınlaşmıştı. 1829'da T. Forster tarafından aynı bağlantıyı doğrulayan *Atmospheric Causes of Epidemic Diseases* ["Salgın Hastalıkların Atmosferik Nedenleri"] adlı bir kitap yayımlanmıştı.

Veba ve Yangın Kuyruklu Yıldızları

Salgın öncesindeki kuyruklu yıldız soluk, donuk, cansız renkliydi ve hareketi çok ağırdı, vakur ve yavaştı; ama... Yangın öncesindeki parlak ve ıslıl ıslıl veya başkalarının dediği gibi, alevliydi ve hareketi hızlı ve şiddetliydi: ve o bu yüzden ağır bir hüküm haber verdi, yavaş yavaş [gerçekleşen] ama vahim, korkunç ve dehşetli, tıpkı Veba gibiydi; ama öteki bir darbeyi haber verdi, ani, hızlı ve yakıcı, tıpkı Yangın gibiydi. Dahası, bazı insanlar o kadar dikkatliydi ki, Yangından önce gelen kuyruklu yıldız baktıklarında sadece hızla ve şiddetle geçtiğini görmekle kalmayıp gözleriyle hareketini fark edebildiklerini hatta onu işittiklerini; uzaktan gelse de ve anca algılanabilir olsa da güçlü bir vınlama sesi, şiddetli ve korkunç bir ses çıkardığını sandılar. Bu yıldızların ikisini de gördüm ve itiraf etmeliyim ki, aklımdan bu tür şeylerle ilgili o kadar alışlagelmiş düşünceler geçseydi... Tanrı'nın şehre şimdiye kadar fazlasıyla acı çektiirmedüğinden başka bir şey söyleyemezdim.

-DANIEL DEFOE, *A JOURNAL OF PLAGUE YEAR*
[VEBA YILI GÜNLÜĞÜ], LONDRA, 1722

Bu düşünce dikkat çekecek ölçüde dayanıklı çıkmış ve tuhaf modern bir fikirde yeniden vücut bulmuştur. İleri gelen Britanyalı astrofizikçilerden Fred Hoyle kozmolojiye ve kimyasal elementlerin yıldızlarda sentezlenmesini anlamamız konusunda önemli katkılarda bulunmuştur. Ayrıca popüler bilim kurgu [eserleri] ve bir operanın librettosunu kaleme almıştır. Hoyle ve Sri Lankalı astrofizikçi N. C. Wickramasinghe bazı



89. Klasik laboratuvar deneylerine göre ilkel Yer’de hayatın başlangıcına yol açan adımlar. Yer’in ilkel atmosferinde bulunduğu varsayılan bazı gazlar en üstte solda gösterilmiştir. Küçük çemberler hidrojen atomlarıdır. Üstte solda gösterilen moleküller su buharı (H_2O), metan (CH_4) ve amonyaktır (NH_3). Moleküller Güneş’ten gelen morötesi ışık veya elektrik boşalımıyla un ufak edilir (üstte sağda). Kırıntılar, başka moleküllerin yanı sıra, hidrojen siyanür (HCN) ve formaldehit ($HCHO$) meydana getirecek şekilde yeniden birleşir. Bu moleküllerin ilkel Yer’in amonyaklı sularında yeniden birleşmesiyle de proteinin yapı taşları olan en basit amino asitler (altta sağda) ortaya çıkar. Benzer adımlar nükleik asitlerin yapı taşlarını doğurur. Yer’in ilk zamanlarındaki hayatın başlangıcını taklit eden deneylerde bu diyagramda gösterilen molekülerden çok daha karmaşıkları üretilmiştir. Resim: Jon Lomborg.

salgın hastalık vakalarının meydana geliş zamanı ve coğrafi dağılımını incelemiş ve örüntünün bir hastalığın başkalarına yeryüzünde bulaşarak yayılması halinde beklenenden farklı, aksine patojenlerin gökten yağmasıyla tutarlı olduğu sonucuna varmışlardır. Çoğu epidemiyoloji [salgın hastalık] uzmanı buna şiddetle karşı çıkmaktadır.

Ayrıca, Hoyle ve Wickramasinghe bakterilerle virüslerin yıldızlararası uzayın dört bir tarafına serpildiğine inanmaktadırlar; açıkçası –bakterilerle hemen hemen aynı boyutlara ve bileşime sahip– yıldızlararası tanelerin aslında bakteri olduğunu ileri sürmektedirler. Bu doğruysa, bakteriler, bizzat kendisinin de kısmen mikroorganizmalardan meydana geldiği güneş bulut-susundan derişme sürecinde, kuyrukluyıldızların bünyesinde toplanmışlardır.

Her ne kadar bu varsayımın erimi çok muazzamsa da destekleyici kanıtları kıttır. Enfeksiyonla bağışıklık arasındaki sürekli savaşta her iki tarafça kullanılan moleküler mekanizma insanlarla hastalık mikroorganizmaları arasındaki uzun bir evrimsel ilişkiye işaret eder; mikroplar iç güneş sistemini en son dört buçuk milyar yıl önce gören bir kuyrukluyıldızdan kısa bir süre önce düştülerse bunu düzenlemek güç olurdu. Bütün o yıldızlararası mikropları üretmek çok zor gibi gözükmemektedir; ayrıca, yıldızlararası tanelerin bütün özellikleri mikroplarca pek paylaşılmamaktadır ya da tersi. Büyük bir salgının – mikropların stratosferden aşağıya sürüklenmesine el verecek bir yıllık gecikme bulunsa dahi– fevkalade meteor yağmurlarıyla ilişkilendirildiğine dair hiçbir rapor yoktur. Üstelik, stratosfer hava taşıtları tarafından toplanan kuyrukluyıldız döküntüsünün (13. Kısım), söz gelişi, difteri [kuşpalazı], çocuk felci veya kolera patojenlerinin kavrulmuş ve yamulmuş bedenlerini içerdiği raporlanmamıştır. Kuyrukluyıldız parçacıklarını bulan bilim insanları esrarengiz hastalıklardan ölüyor gibi gözükmemektedir. Bu tür olgular hipotezin eksiklikleri arasında sayılmalıdır.

Keza, Hoyle ve Wickramasinghe açıkça hayatın (kuyrukluyıldız öncesi çağlardan baki kalmak yerine) kuyrukluyıldızın içinde ortaya çıktığını ve hastalık üretecek şekilde Yere yağmaya devam ettiğini ileri sürmektedirler. Gene bu noktada, bulunan kuyrukluyıldız tanelerinde patojenlerin bariz yokluğu ciddi bir

sorun yaratmaktadır. Ama bir kuyruklu yıldız içindeki koşulların hayatın başlangıcı için vesile olması üzerinde daha fazla düşünmeye değerdir.

Başlıca sorun soğuktur. Oort Bulutundaki kuyruklu yıldızlar o kadar uzaktadır ki, zayıf güneş ışığı onları hemen hemen hiçbir şekilde ısıtamaz. Suyun veya diğer bolca bulunan sıvıların donma noktasının epey altında kalırlar. Oysa sıvıların yokluğunda (ve atmosferlerin yokluğunda), hayatın başlaması güçtür: Moleküller ağırcaıdır, neredeyse hareketsizdir. Yer'deki hayatın başlangıcından önce meydana gelmiş olan girift kimyasal işlemin mutlak sıfırın 10° üstünde baş göstermesi ihtimal dışıdır. Gerekli bütün organik yapı taşları hazır bulunsa bile, bu sıcaklıklarda yeterince etkileşemezlerdi. Ama güneş ışığı yegâne ısı kaynağı değildir.

Yer'in içi, kısmen az buçuk –uranyum, toryum, potasyum gibi– radyoaktif elementlerin varlığı yüzünden, sıcaktır. Bu elementlerden birinin her bozunmasında, komşu moleküllere, esasen silikatlara, çarpıp onları ısıtan bir gama ışını veya bir yüklü parçacık çıkartılır. Bir maden kuyusunun dibi yüzeye göre bu nedenle bir ölçüde daha sıcaktır.

Şimdi, radyoaktif atomlar bozunurken, istatistiki bir düzenlilikle dağılır. Yarı ömür denilen, belirli bir radyoaktif türün atomlarının yarısının bozunduğu karakteristik bir süre vardır. Uranyum, toryum ve potasyum milyonlarca yıldan milyarlarca yıla kadar değişen –Yer'in yaşıyla karşılaştırabilir– yarı ömürlere sahiptir. Bu bir tesadüf değildir: Daha kısa yarı ömürlere sahip bütün radyoaktif atomlar çoktan bozunmuştur. Bir zamanlar onlar da pekâlâ buradaydılar ama artık ortadan kalktılar; başka, daha kararlı atom çeşitlerine dönüştüler. Bundan dolayı güneş sisteminin erken tarihinde, büyük ihtimalle daha fazla radyoaktif ısınma vardı ve güneş sistemi meydana geldiğinde kuvvetle muhtemel kuyruklu yıldızlar içten ısınıyordu.

Kuyruklu yıldız çekirdeği ne kadar büyükse, ısının yüzeye iletimi ve iç kısmının soğuması o kadar uzun sürer. Bu nedenle, ilk zamanlarda ısı alüminyum 26 adı verilen artık tükenmiş bir radyoaktif atom tarafından sağlandıysa, yirmi kilometre çaplı bir kuyruklu yıldızın çekirdeği büyük ihtimalle on milyon yıl boyunca ve iki yüz kilometre çaplı bir kuyruklu yıldızınkiyse bir milyar yıl sıva halde kalabilmişti. Öyleyse, Büyük 1729 Kuy-

ruklu yıldız gibi bir şey belki içinde bir okyanus taşıyordu. Bu kesinlikle akla mantığa sığar. Ağırlıkla su ve diğer sıvılardan meydana gelen yüz kilometre yarı çaplı bir kuyruklu yıldız da Yer'in bütün yüzeyini on metre derinliğinde [sıvıyla] kaplamaya yeter. Böylesi boyutlarda, organik madde zengini bir iç okyanus, hele müteakip kimyasal etkileşim için dört milyar yıl tanınmışsa, hayli ilginç bir yerdir. Peki, orada hayatın gelişmesi mümkün müdür?

Hayat kuyruklu yıldızları yurt edinemez, yeterince yoğun değildirler, nitekim muhtemelen gevşek bir küçük taş yığınının ibaretleridir. Kuyruklu yıldızlar gezegen büyüklüğünde olsalardı bile açıktır ki üzerlerinde hayat tutunamazdı; böylesi aşırı bir sıcaklığın birinden ötekine koşturduğu bir dünyada su sıvı halde kalamazdı.

-E. WALTER MAUNDER, *ARE THE PLANETS INHABITED* ["GEZEĞENLER MESKÜN MU?"], LONDRA, 1913

Hayatın gezegen boyunda bir okyanusla bol güneş ışığının bulunduğu Yer'in ilk zamanlarında başladığını tasavvur etmek daha kolaydır. Bu nedenle, hayatın şimdi veya başlangıçta Yer'e kuyruklu yıldızlarla yağdığı düşüncesini bir tarafa bırakıp hayatın Yer'deki organik moleküllerden doğuşunu gözden geçirelim. Gezegenimizdeki hayat tamamen, en önemlileri nükleik asitler ve proteinler olan, bir avuç molekül tipine dayanarak gelişmiştir. Yer'in ilk zamanlarındaki o moleküllerin geniş çaplı üretimini anlayabilseydik, hayatın başlangıcını anlama yönünde önemli ilerleme kaydederdik. Günümüzün -bir vakitler çılgıncasına tartışmalı- geleneksel bilimsel kanısına göre moleküler yapı taşları Yer'in ilk zamanlarında köklü fizik ve kimya yasaları uyarınca kendiliğinden meydana gelmiştir. Hidrojen bakımından zengin ilkel atmosferdeki moleküller Güneş'ten gelen morötesi ışık, şimşek, ayrıca meteorların yüksek hızda atmosfere girişi sırasında ortaya çıkan çarpma dalgaları tarafından parçalanmıştır. Kırıntıların hayatın özünü teşekkül ettirmek üzere kendiliğinden yeniden birleştikleri bilinmektedir (bkz. Resim 88'deki

diyagram).⁸⁵ Bu laboratuvarda vuku bulmaktadır ve Yer'in ilk zamanlarında da vuku bulmuş olmalıdır. Ne tuhaftır ki, büyük 1910 kuyrukluyıldız paniğine yol açan öldürücü zehirler (6. Kısım) hayatın başlangıcında asli bir aracıymış gibi gözükmektedir (bkz. Resim 88). Öyleyse acaba kuyrukluyıldızlar –Yer'e hayatı taşıyarak değil, hayatın kaynaklandığı yapı taşlarını aktararak– hayatın başlangıcına katkıda bulunmuş mudur?

Yer'in erken tarihinde –iç güneş sistemi çarpışmalar ve fırlatmalarla silip süpürülmeden önce– kuyrukluyıldızların çok daha yaygın olduğunu değerlendirdik; bu zamanların söz götürmez kaydı aylar ve gezegenlerdeki çarpma izlerinde muhafaza edilmiştir. Yer'in şekillenmesinin ardından gelen ilk birkaç yüz milyon yılda, kuyrukluyıldız akısı bugünkü sakin halinden daha şiddetliydi. O vakitler en azından bin kat daha fazla, belki de daha da çok kuyrukluyıldız varmış gibi görünmektedir. Esasen donmuş sudan meydana gelen bu kuyrukluyıldızlar, ilkel Yer'e çarptıklarında tabii ki beraberlerinde su da getirmişlerdir. Yer'in tarihinin ilk birkaç yüz milyon yılı boyunca, yaklaşık 3×10^{15} (veya 3.000.000.000.000.000) ton su bırakmışlardır. Ancak bu gezegenin bütün yüzeyini neredeyse altı metre (20 fut) derinliğinde suyla kaplamaya yeter. İç güneş sistemindeki kuyrukluyıldızların sayısı daha da fazlaydıysa, o zaman Yer daha da fazla su biriktirmiştir. Kuvvetle muhtemel, okyanuslardaki suyun çoğu Yer tamamıyla şekillendikten sonra kuyrukluyıldızla özel teslim yoluyla gelmişti.

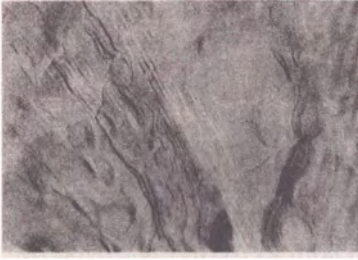
Şüphesiz, suyun yegâne kaynağı kuyrukluyıldızlar değildi. Karbonlu asteroitlerdeki kil yüzde 20'ye varan oranda su içerir. İç kısımdan çıkan eriyik lavın da beraberinde yeryüzüne yüzde bir iki oranında su taşıdığı bilinmektedir ve milyarlarca yıl önce devamlı bir yanardağ faaliyeti vardı. Gene de ilk okyanus tabanlarının suyla dolmasında bu kadar kuyrukluyıldız etkisi bulunabilmesi çarpıcıdır.

Kuyrukluyıldızların getirdiği sular muhtemelen yüzde yirmi beşe varan oranda karmaşık organik madde katkısı içeriyordu.

85. Basit nükleik asitler uygun bir ortamda daha küçük moleküllerden başka nükleik asitler üretebilir. Basit proteinler çevrelerindeki kimyasal tepkimeleri düzenleyebilir. Bu nedenle, nükleik asitlerle proteinlerin varlık kazanması hayatı sıfırdan yaratmaya yetmese de o yöndeki büyük bir adımdır.

Öyleyse, hayatın başlangıcı için gerekli harçları kuyruklu yıldızlar mı getirmişti? Bu, meteorların bir yıldızdan ötekine taşınan bir yiyecek armağanını temsil ettiğini ileri süren, Nijeryalı Jukun halkının görüşünden pek farklı değildir. Her şey meydana geliş zamanına bağlıdır. İlk kuyruklu yıldız akısı yeryüzü henüz eriyiken yağdıysa, o durumda kuyruklu yıldızlardaki organik madde ne kadar karmaşık olursa olsun, tamamı magmada kızmıştır ve hayatın başlangıcı daha sonra, kuyruklu yıldızların önemli bir katkısı bulunmaksızın, cereyan etmiştir.

Yer ilk zamanlarda Güneş'ten gelen morötesi ışık dahil yeterli enerji kaynaklarıyla beslenen hidrojen, metan, amonyak gibi gazlarla sudan müteşekkildiyse, o durumda hayatın başlangıcı için kullanılabilir karmaşık organik madde epey bollaşır ve hayatın başlangıcını kuyruklu yıldız kaynaklı organik maddenin sağlaması en azından bir ölçüde gereksizleşir.



90. Solda: Mars'ın Güney Kutbu yakınlardaki katmanlı çökeller, karmaşık ve ara ara meydana gelen (belki de dönemsel) bir jeolojinin belirtileri. Resimdeki bölge aşağı yukarı bir baştan bir başa 200 kilometredir. Bir gün Mars'ın geçmiş tarihini daha iyi anlamak için bu tortuları inceleyen makinelerle insanlar olacaktır. Viking Yörünge Aracı fotoğrafı. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle. Sağda: Antik bir nehir vadisi bereli ve kraterli Mars arazisinin ortasından kıvrıla kıvrıla ilerlemektedir. Viking Yörünge Aracı fotoğrafı. Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin [NASA] müsaadeleriyle.

Ancak jeolojik kayıtlara göz önüne alındığında, çoğu jeolog ilk zamanlarda Yer'in atmosferinin büyük ölçüde karbon dioksitten meydana geldiği sonucuna varmaktadır. Karbon dioksit ve diğer gazların karışımı ısıtım etkisi altında bırakıldığında önemsiz miktarda organik maddeye yol açar. O takdirde, kuyruklu yıldız arzı alternatifini kabul etmek zorunda kalıyoruz. Dört milyar

yıl önce Güneş sisteminin dört bir tarafındaki krater kazımı oranı bugünkünden çok daha fazlaydı. Bu yüzden, organik madde taşıyan kuyrukluysıldız arzının da fevkalade fazla olduğunu tahmin etmek yerindedir. Oysa, Yer'e yüksek hızla çarpan büyük bir kuyrukluysıldız o kadar ısınır ki, içerdiği organik madde kızar, buharlaşır ve en azından hemen kullanılamaz hale gelir. Öte yandan, kuyrukluysıldız kökenli gezegenler arası toz parçacıkları ilk atmosferin içinden yüzeye kadar neredeyse hiç zarar görmeden süzülür. Hidrojen bakımından zengin ilkel bir atmosfer kadar çok organik madde sağlayamayabilirler ama yeterince sağlayabilirler. [Bunlarda] en basit hidrokarbonların yanı sıra – hepsinin hayatın başlangıcına yararı dokunan– metan, etan, metil alkol, hidrojen siyanür ve formaldehit saptanmıştır. Kuyrukluysıldızların bugün bilindiği haliyle elementel bileşimi artı Halley Kuyrukluysıldızı üzerinde 1986'daki tezahürünün ardından Sovyet ve Avrupa uzay araçlarıyla yapılan ayrıntılı kimyasal analizlerde saptanan organik madde bolluk ve çeşitlilik bakımından fevkaladedir. Yer'deki primordiyal organik maddenin çoğu yerliydiyse –yani kendi gezegenimizin havasında, suyunda ve toprağında ortaya çıktıysa– bile, bazı önemli kimyasal bileşenlerin ilk başta kuyrukluysıldızlarda meydana geldiği düşünülebilir.

Kuyrukluysıldızlardaki organik madde nereden kaynaklanıyor? Esas kısmı hemen hemen kesinlikle yıldızlararası kökenlidir. Yıldızların çevresiyle yıldızlar arasındaki uçsuz bucaksız, neredeyse boş karanlıktaki toz taneleri birbiriyle çarpışır, ısınım etkisi altında kalır ve milyarlarca yıl boyunca molekül molekül bir tür kozmik dönüşüm gerçekleşir. Muhtemelen Galaksinin farklı bölgelerini ve farklı çağları yansıtan karmaşık kimyali taneler kuyrukluysıldızlarda (ve gezegenlerde ve de insanlarda) toplanır. Binlerce ışık yılı ötedeki ve milyarlarca yıl önceki hadiselerin sadece bizim kökenimize değil, bizi meydana getiren organik kimyaya katkıda bulunmuş olması kışkırtıcı bir düşüncedir.

Bu iddiada Yer'e özgü bir şey yoktur. Güneş sistemimizde yer alan yakın çevredeki diğer dünyalarla ötedekiler, büyük ihtimalle *kendi* tarihlerinin başlarında aynı şekilde kuyrukluysıldızlar tarafından dövülmüştür. Venüs ve Mars'ta da okyanuslar birikmiştir, hatta bu gezegenlerin iç kısımlarından yüzeylerine hiç suyun

ulaşmadığı ihtimal dışı koşullarda bile. Zaten hem Venüs hem de Mars'ta antik okyanuslara dair bazı kanıtlar vardır.

Suyun artık tükendiği bir dünya olan Venüs'te, kalan azıcık hidrojen hâlâ çabucak uzaya kaçmaktadır. Hafif moleküller ağırlarına oranla kolaylıkla kaçarlar çünkü onların tesadüfi çarpışmalar yoluyla kurtulma hızından daha çabuk hareket etmeye yüz tutulmaları daha kuvvetle muhtemeldir. Hidrojenin daha ağır türü döteryum, daha yaygın, daha hafif çeşidinden daha yavaş kaçar. Zaman geçtikçe, Venüs'teki döteryum miktarının hidrojeninkine kıyasla artması gerekir. Böylece, halihazırdaki hidrojen döteryum oranından hareketle bir zamanlar ne kadar su bulunduğunu tahmin etmek mümkündür. Michigan Üniversitesinden Thomas Donahue ve meslektaşları bu yolla Venüs'te artık kayıp antik bir okyanus olduğu yönünde –herkesin benimsemediği–bir sonuç çıkarmışlardır.

Venüs bugün ıssız bir dünyadır. Yüzey sıcaklığı karbon dioksitin ağır bastığı muazzam bir atmosferik sera etkisiyle kavurucu bir dereceye, 480°C'e (kabaca 900°F'a) yükselmiştir. Ama bu CO₂ gazı atmosfere birdenbire salınmamıştır ve ilk zamanlarda yüzeyini okyanusların kapladığı, kuyruklu yıldız kaynaklı erimiş organik moleküllerin çarpıştığı, karşılıklı etkileştiği, daha karmaşık hale geldiği, daha ılıman bir ortam bulunduğunu tasavvur etmek mümkündür. Başlangıçtaki yüksek kuyruklu yıldız akısının kesilmesi ve iç kısmından salınan karbon dioksit muhtemelen Venüs'ü tropikal cennetten cehenneme çevirmiştir. Gelecekte yapılacak keşifleri önemli bir soru beklemektedir: Bugün antik okyanusların herhangi bir izi var mıdır? Venüs'te milyarca yıl önce hayat doğmuş olabilir mi? Bunun gelecekteki keşiflerin karşılaşılabileceği bir kalıntısı veya fosili mevcut mudur?

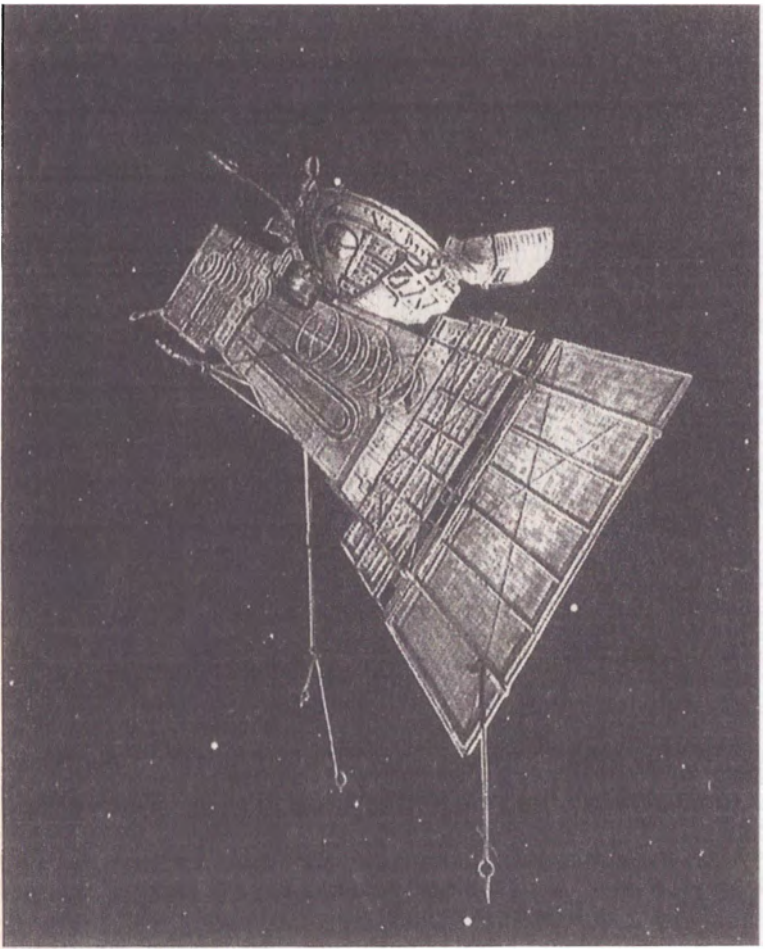
Bunlar Mars için daha büyük bir ciddiyetle sorulabilir çünkü günümüzde orada –kutup dairelerinde donmuş halde, yüzey altında gömülü ve toprakla kimyasal bakımdan birleşik halde– bol su bulunduğuna dair bir dizi kanıt vardır. Bugün Mars'ta sıvı su yoksa da veriler bir milyar yıl önce suyun nehirlerde ve taşkın yataklarında aktığını akla getirmektedir. Viking yörünge araçlarının gönderdiği görüntülerde antik Mars okyanuslarının kıyı çizgileriyle başka işaretlerin kanıtlarına rastlama ihtimali bile vardır. Mars, Venüs veya Yer'den daha küçük bir dünyadır,

bundan ötürü başlardaki atmosferinin önemli bir bölümünün o zamandan bu yana uzaya kaçması kabildir. Ayrıca daha soğuk bir dünyadır, dolayısıyla kuyruklu yıldız kaynaklı suyun günümüze ulaşan büyük bölümü muhtemelen artık buz halinde saklıdır.

Güneş sisteminin bu bölümündeki dünyalar çoktan maziye karışmış ilk devirlerde iç güneş sistemini dolduran muazzam kuyruklu yıldız akısının yadigârlarıyla kalıntılarını gözler önüne serer. Halihazırdaki mütevazı kuyruklu yıldız döküntüsü yağışını yüz milyonlarca yıl süren ve güneş sisteminin çehresini değiştiren bir çağın cılız bir anımsatıcısı sayabiliriz.

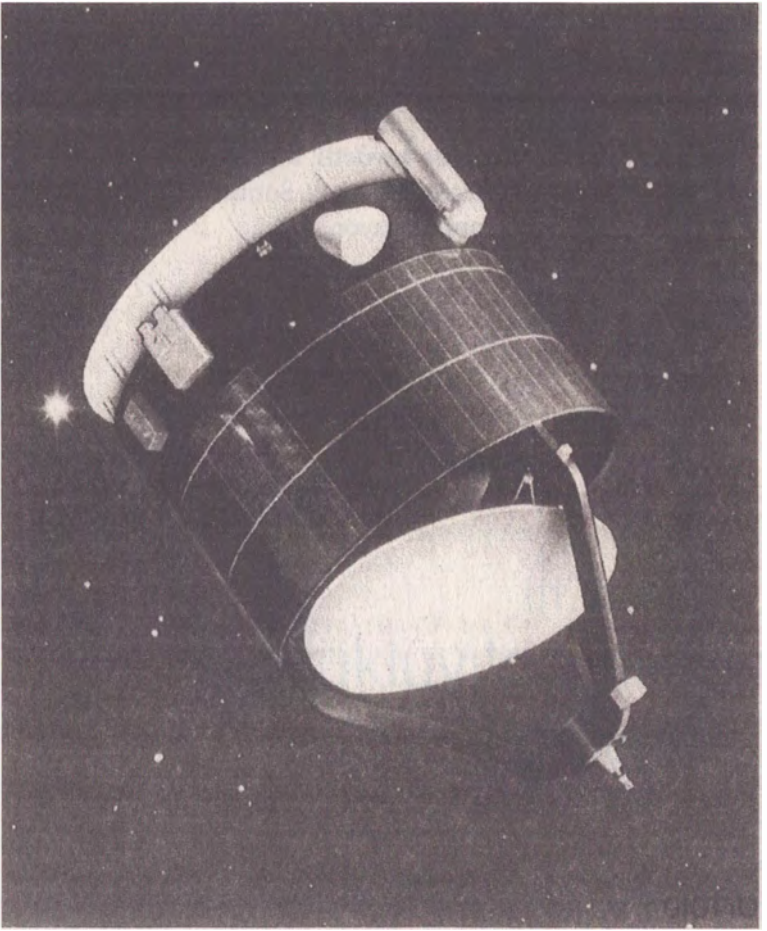
İlkel Yer'e şimdiki okyanuslara yakın bir şey kuyruklu yıldızlar halinde taşındıysa, basit hesaplar aynı şekilde Yer'in bütün tortul kolonundakiyle –Yer'in her tarafındaki, kilometrelerce derinliğe inen bütün kayaçlardakiyle, bütün canlılardakiyle, toprakta bulunan bütün humustakiyle, bütün petrol, kömür, turba, grafit ve elmastakiyle– karşılaştırılabilir miktarda karbon da getireceğini göstermektedir. Bunun gibi bir şey doğruysa, Yer'in ve diğer yerbenzeri gezegenlerin yüzeylerinin, aşağı yukarı tamamen şekillenmelerinin ardından, birkaç kilometre kalınlığındaki bir kuyruklu yıldız maddesi tabakasıyla kaplandığını söylemek uygundur. Bu kuyruklu yıldız tabakası, nispeten tabii ki, marmelatlı donat üstündeki pudra şekerinden incedir. Ama bu bizim için dünya demektir: Hiç değilse bu dünyada, kuyruklu yıldız tozu canlanmıştır.

İlk zamanlarında Yer irili ufaklı çarpma kraterleri ve tekne [veya ineç] denilen daha büyük kazılarla kaplıydı. Kuyruklu yıldızlar tarafından taşınan suyun çoğu çarpışma sırasında buharlaşıp yağmur halinde yağmıştı. Öyleyse kuyruklu yıldızlar çukur açar, bunları gerçekten suyla doldurur ve buralara karmaşık organik madde eker. Ve bu işleri esasen gezegen tarihlerinin en başında, hayatın baş göstermesi için maksimum vakit varken yürütür. Gene bu hikâyedeki hiçbir şey Yer'le sınırlı değildir; aynı şey muhtemelen Samanyolu'ndaki sayısız başka dünyada da meydana gelmiştir. Kuyruklu yıldızlara uzayın bir başından bir başına hızla ilerleyip bu güneş sisteminin dünyalarına ve hesaba gelmez başkalarına hayat potansiyeli bahşeden kozmik cinler gözüyle bakmamak elde değildir.



91. Sovyetler Birliği tarafından düzenlenen çokuluslu Vega 2 uzay aracı. Resimleme: Avrupa Uzay Ajansı'nın müsaadeleriyle.

Şöyle bir çevrenize bakın. Gezegenimizin yüzeyi soğuduktan sonra ortaya çıkan o kuyruklu yıldız akısı şimdikinden birkaç mertebe daha yoğunduysa, neler Yer'den neler kuyruklu yıldızlardan kaynaklanmıştı? Son kertede her şey –bütün bitkiler ve hayvanlarla, mikroplar ve erkeklerle kadınlar– kuyruklu yıldızlardan kaynaklanmıştı. Bütün binalar, demiryolları, otoyollar, şekilli tarım arazileri, şarkılar, denizaltılar, uzay araçları, bun-



92. Avrupa Uzay Ajansı tarafından düzenlenen çokuluslu Giotto uzay aracı. Avrupa Uzay Ajansı'nın müsaadeleriyle.

ların hepsi insan eseridir ve sadece bu nedenle bile kuyruklu yıldızlardan kaynaklanmıştır. Gündüz vakti gökyüzü dahi kuyruklu yıldızlar yüzündendir çünkü O_2 ve N_2 bile hayatın eseridir. Dağları su yontar ve aşındırır. Gezegenin altındaki bir yumru aşırı yavaşlığıyla kuyruklu yıldız maddesinin içinden yukarı doğru çıkıntı yapmak istediğinde, acımasızca yıpratılır. Antarktika'nın ıssız topraklarındaki arazi şekilleri bile, öyle ya

da böyle, kuyrukluyıldız kaynaklı gibi gözükür. Sanki kuyruklu-yıldızlardan tamamen ayrı ömür sürme imkânı bulunan yegâne şeyler Güneş'le yıldızlardır. Bir kuyrukluyıldız maddesi katmanı bir zamanlar bu dünyayı kapladı ve müteakip dört buçuk milyar yılda toz azıcık ilerleme kaydetti. Karmaşık varlıklar, güçlü istekler, ilk zekâ denemesini geliştirdi. Sonunda ilgisini türediğı kuyrukluyıldızlara yoğunlaştırıyor.

III. bölüm
kuyruklu yıldızlar ve
gelecek

18. kısım

bir filotilla yükseliyor

Yirminci yüzyılın ortalarında devriye gezdiği en uzaktaki noktayı dolaşmış olacaktır... ve bir kere daha güneşe doğru, 1986'ya kadar bitmeyecek, uzun yolculuğuna başlamış bulunacaktır. O zaman gene teleskop ve kamera, spektroskop ve fotometre, aynen bugünkü gibi bir hevesle, Halley'e doğru çevrilecektir.

–DAVID TODD, HALLEY'S COMET ["HALLEY KUYRUKLUYILDIZI"],
AMERICAN BOOK COMPANY, CINCINNATI, 1910

Gökcisimlerin bileşimini öğrenme düşüncesinin bilim insanları ve düşünürler tarafından anlamsız sayıldığı bir devir vardı, hem de çok kısa bir süre önce. Bu devir artık geçmiştir. Evrenin daha yakından, doğrudan incelenmesi düşüncesi, sanıyorum ki, hâlâ pek çılgınca gibi görünecektir. Gidip asteroit topraklarına ayak basmak, Ay'da bir taş elinizle kaldırmak, semavi uzayda hareketli istasyonlar kurmak ve Yer'in, Ay'ın, Güneş'in çevresine yaşayan halkalar yerleştirmek, Mars'ın onlarca verst uzaklıktan gözlemek, uydularına hatta Mars'ın yüzeyine inmek –daha akıl dışı ne olabilir! Buna rağmen, astronomide yeni ve büyük bir çağ, gökyüzünün titiz bir şekilde incelendiği bir çağ, ancak tepkili aygıtların {roketlerin} ortaya çıkışıyla başlayacaktır.

– KONSTANTİN TSİOLKOVSKİ, INVESTIGATION OF WORLD SPACES BY
REACTION VEHICLES [TEPKİLİ AYGITLAR YARDIMIYLA KOZMİK UZAYIN
KEŞFİ], MOSKOVA, 1911

Şafak sökmeden hemen önce, ateşlenen bir tüfeğin sesi çınlamış ve çok kısa bir süre sonra balon sepetindeki üç yolcuyu kıl payıyla ıskalayan merminin vınlaması da duyulabilmişti. Aslında Mayıs ayıydı ama onlar buna rağmen, sımsıkı giyinmişlerdi. Sabahın erken saatlerinde Yer'in aşağı yukarı bir kilometre yukarısı epey

soğuk olur. Oysa onlara ateş açıldığında topu topu 500 metre yükseklikteydiler. Büyük ihtimalle alışılmadık bir manzaraydı: Muhtemelen aşağıdaki Connecticut taşrası hâlâ karanlıkken, yükselen Güneş büyük balonu ve asılı sepetini aydınlatmıştı. Belki de balon bir çiftçiyi irkiltmiş, ona tek çare bu ne idiği belirsiz şeyi vurup düşürmek gibi gelmişti veya mermi bir ihtimal sırf aylak zenginler ve pahalı eğlencelerine karşı selim bir protestoydu.

Ama bu bir eğlence gezisi değildi. Balonda Amherst College'in müdürü, astronomi ve seyrüsefer profesörü Dr. David Todd vardı. Todd'ın uzmanlığı astronomik inceleme gezileriydi. Mesleki kariyeri boyunca –her seferinde bir Güneş tutulmasını gözlemek üzere– Hollanda Doğu Hint Adaları, Güney Amerika, Mağrip, Rusya, Japonya ve Batı Afrika keşif seferlerine öncülük etmişti. Bir keresinde okuldaki gözlemesini sökmüş ve sandıkladığı teleskopu, kısmen Mars'ta hayat belirtileri aramak amacıyla, And Dağları'na götürmüştü. Şimdi, Mayıs 1910'da Halley Kuyruklu yıldızı göklerdeydi ve David Todd ustalığını ortaya koymuştu. Doğru, çok ileri gidememişti ama Yer'in atmosferinin yol açtığı biçim yitiminin biraz üstesinden gelecek bir irtifaya çıkmıştı. Kuyruklu yıldızı gözlemeyi umduğu balona iki buçuk inçlik, görüntüyü 30 kat büyüten bir teleskop yüklemişti. Gece hava açıktı ve balondan kaynaklanan titreşimler önemsizdi.

Todd'a pilot Charles Glidden ve sıra dışı karısı Mabel Loomis Todd eşlik ediyordu. Bir tarihçi astronomun karısını şöyle tarif etmektedir:

Hayat doluydu, yetenekliydi, hoşsohbeti, hasetli dedikodulara yol açacak kadar popülerdi, şefkat ve sevdâ bağlarını ayakta tutmakta ehildi; bir yazar, konferansçı ve editör, bir eş, ev sahibi ve sevgili olarak etkindi, her şeyden çok kendisine imrenilecek ölçüde güçlü ve dirençli bir kişilik inşa etmişti.⁸⁶

Kuyruklu yıldızı ilk gören hem bir astronom kızı hem de bir astronom eşi olan Mabel Todd'du. Gözlemesindeki teleskopu bizzat tasarlayıp kuran kocası, görünüm "Amherst Gözlemevi'n-

86. Peter Gay, *Education of the Senses* (Oxford University Press, New York, 1984). Yale Üniversitesi tarih profesörü Gay, [eserinde] bu balon yükselişinden bahsetmemektedir; Mabel Loomis Todd onu en çok içten güncelerinin Victoria devri cinsel davranışlarına tuttuğu ışık nedeniyle ilgilendirmektedir.

deki 18 inçlik büyük teleskopunkinden daha” çok daha iyiydi demişti. Kuyrukluyıldızın başı ufuk çizgisine yakındı ve Todd kuyruğunun dört eskizini çizmişti. Muhtemelen bu Yer yüzeyinin yukarısındaki yapay bir platformdan yapılan ilk başarılı astronomik gözlem.



93. “Bir yüksek irtifa astronomik gözlemevi: Halley Kuyrukluyıldızının bir balondan yapılan gözlemleri.” Çizim: Henri Lanos, 28 Mayıs 1910’da Graphic dergisinde yayımlanmıştır. Ruth S. Freitag’ın müsaadesiyle, Library of Congress.

Todd, on beş yıl sonra Güneş tacının bir uçaktan çekilen ilk fotoğrafını elde etmeye girişmişti. Ama sonraları davranışları gitgide dengesizleşmiş ve 1939'da seksen dört yaşında ölünceye kadar, zaman zaman akıl hastanelerine kapatılmıştı. Mabel Todd'sa ondan önce ölmüş, annesinin yasını onun özellikle "bitmez tükenmez enerjisiyle bulaşıcı neşesini" hatırlayan, tek çocukları tutmuştu.

Günümüzde yeni balonlar yükselmektedir. 1985/1986 kuyrukluyıldızların incelenmesinde tarihi bir anı temsil ediyordu. Daha önce kuyrukluyıldızlar bize geliyordu. Şimdiyse, ilk defa, biz onlara gittik. Vesile Halley Kuyrukluyıldızının 1985 sonbaharıyla 1986 ilkbaharı arasındaki tezahürüydü. Tarihi öneminden başka (3. ve 4. Kısımlar) Halley Kuyrukluyıldızı, önceden ayrıntılı bilimsel planlar yapmaya el veren yeterince bilindik bir yörüngeye sahip kuvvetle aktif tek kuyrukluyıldızdır. David Todd'ın izinden yürüyerek, ziyaretçiye göz atmak amacıyla hava taşıtları Yer'in atmosferinin epey üstünde uçtu ve roketler şöyle bir uzaya adım attı. Nisan 1984'te Mekik astronotları tarafından onarılan, insansız Solar Maksimum⁸⁷ Gözlemevi [SolarMax] Halley Kuyrukluyıldızını incelemiş; kuyrukluyıldızı gözden geçirmek amacıyla Uzay Mekiğinde özel araçlar uçurulmuş ve ABD'nin *Pioneer Venüs Yörünge Aracı*'na yeni bir yön verilmiş, dikkati geçişi sırasında Venüs'ten kuyrukluyıldızda toplanmıştı. Her zamanki çaba düzeyine oranla, bu zaten alışılmadık ölçüde elbirliğiyle yapılan bir incelemeyi yansıtacaktı. Ama aslında, bunların her biri ek gösteri gibi bir şeyi temsil ediyordu çünkü Mart 1986'da beş uzay aracından meydana gelen bir filotilla Halley Kuyrukluyıldızının yanından geçmişti.

Şüphesiz, bir kuyrukluyıldız sondası kuyrukluyıldızlarla ilgili sorunların çoğunu hiçbir belirsizliğe mahal kalmaksızın çözerdi.

—POL SWINGS, LIÈGE ÜNİVERSİTESİ, BELÇİKA, AĞUSTOS 1962

87. Güneş'teki faaliyetlerin örneğin lekelerin en fazla olduğu dönem. (ç.n.)

Kuyruklu yıldızların uzaydan çok yakından incelenmesi bir astronomun hayalinin gerçekleşmesidir çünkü [şimdiye kadar] kuyruklu yıldızların en temel yönleri hakkında fena halde cahildik. Biz iç güneş sisteminde yaşıyoruz. Bu yüzden Yer'e yaklaşan kuyruklu yıldız çekirdekleri gaz salma ve kendilerini saçlarla örtme eğilimi gösterir. Ama bir kuyruklu yıldızın yakınından uçabilsek, belki ilk defa bir kuyruklu yıldız çekirdeğini bütün ayrıntılarıyla gözden geçirebiliriz. Neye benzer? Şekli, görünümü nasıldır? Ne renktir? Yer yer buz, koyu renkli organikler, kayaç çıkıntıları var mıdır? Bir küçük kaya parçaları sürüsüyle çevrili midir? Bir çöl kaldırımını mevcut mudur? Kraterler? Ya geçmişteki yüzey erimesine dair işaretler? Tepeler? Yer'in tortul kolonundaki gibi herhangi bir katmanlaşma emaresi? Bir çekirdeğin çok yakından fotoğrafını çekebilseydiniz, kuyruklu yıldızların doğası ve evrimi hakkında bir hayli şey söyleyebilirdiniz.

Ayrıca spektroskopi de var. [İmkânlarımız] yeryüzüyle sınırlıysa, kuyruklu yıldızları Huggins'in yaptığı gibi sadece görünür ışık tayfının yanı sıra birkaç kızılötesi ve radyo frekansı "pence-resinden" inceleyebiliriz. Kuyruklu yıldızları diğer frekanslarda tetkik etmek istersek, Yer'in soğurucu hava örtüsünün üstüne çıkmamız gerekir. Ama Yer'e yakın bir yörüngeye dahi taşınabilecek şeyler yeryüzündeki başlıca astronomik tesislerden çok daha küçük olmak zorundadır; bundan dolayı, Yer'in yörüngesindeki araçların içsel yetenekleri yerde kurulu denklerine göre daha altta olma eğilimi gösterir. Buna rağmen, Yer'in yörüngesindeki araçlarla önemli yeni buluşlar yapılabilir; kuyruklu yıldızların çevresindeki hidrojen saç (7. Kısım) buna bir örnektir. Ancak yörünge kaynaklı astronominin ortaya çıkışından beri çok az sayıda parlak kuyruklu yıldız Yer'in yakınlarına gelmiştir. Aslında spektrometreleri kuyruklu yıldızla yaklaştırmamız gerekir. Belki o zaman kendinizi çeşitli moleküllerin çekirdek, saç ve kuyruğun bir başından bir başına nasıl dağıldığını keşfeder halde bulursunuz.

Genelde, Yer'den yapılan spektroskopi kuyruklu yıldız çekirdeğinde meydana gelen ana molekülleri değil, moleküler kırıntıların varlığını açığa vurur. Örneğin, C_3 'ün kaynaklandığı organik molekülün özellikleri kesinlikle bilinmemektedir. Biz yavru kırıntıyı saptamadan önce vuku bulan girift bir gaz salma mekanizması, morötesi ışık çözünümlü ve ek kimya hadisleri

vardır. Çekirdeğe yakın, ana molekül bulutunun içinde onlar daha güneş ışığı tarafından çözünmeden önce yol alabilirsek ve orada kuyruklu yıldızdan henüz buğulaşan molekülleri, organik veya inorganik, doğrudan değerlendirebilseydik bu kimyasal düğümü çözerdik.

1910'da Halley Kuyruklu Yıldızının kuyruğundaki maddelerin bazı işaretlerini saptayabilmek için yer seviyesinde epey inceleme yapılmıştı. Fransa'da büyük bir hava hacminin sıcaklığı çok düşük derecelere düşürülmüş ve artık egzotik bileşenler bakımından incelenmişti. Hiçbir şey bulunamamıştı. California, Wilson Dağı Gözlemevindeki bir kulenin duvar direklerine gliserin kaplanmış metal plakalar tutturulmuş ama kuyruklu yıldızla ait hiçbir toz tanesi raporlanmamıştı. Söz konusu deney benzer gliserin kaplanmış plakaların hava taşıtlarına takılıp –kuyruklu yıldız döküntülerine çok daha bolca rastlandığı (13. Kısım)– stratosfer yüksekliklerine uçurulduğu modern araştırmaların habercisidir. Ama artık kuyruklu yıldızın ana moleküllerini doğrudan değerlendirebilecek kütle spektrometreleri yüklü uzay araçlarını uçurmak mümkündür.

Güneş rüzgârındaki manyetik alanın kuyruklu yıldız çekirdeğine kol uzattığını, güneş parlamalarının iyon kuyruklarında zarif örüntüler üreten güneş rüzgârı darbeleri meydana getirdiğini düşünüyoruz. Ancak araçları kuyruklu yıldızın çok yakınlarına uçurup yüklü parçacıkları ve manyetik alanları doğrudan değerlendirebilsek, kuyruklu yıldızları kavrayışımız çok daha üstün hale gelirdi.

Teleskoplarının çözünürlük sınırları yüzünden gerilen görsel gözlemciler, kuyruklu yıldız çekirdeğinden muazzam gaz ve toz fıskiyelerinin uzaya fışkırdığını saptamışlardır. Kuyruklu yıldızların saldırdığı tozun büyük bir bölümünün bu şekilde ortaya çıktığını düşünüyoruz. Bir kuyruklu yıldızın yanına sokulup fışkırmaların fotoğrafını çekmemiz –hatta mümkünse filmini elde etmemiz– ayrıca toz bulutunun içinde yol alıp ince parçacıkları saymamız ve ölçmemiz gerekiyor. Artık bunlar ve daha fazlası başarılmıştır.

Japonya'nın Küşü Adası, Kagoşima ili [Japonca *ken*], Uçinoura kasabasındaki Japon Uzay Merkezi'nden iki Mu sınıfı fırlatma taşıtı [taşıyıcı roket] havalanır. İlkine *Sakigake* ("çığır açan"

kelimesinin Japoncası) adı verilir; ikincisiyse sade (“kuyruklu-yıldız” kelimesinin Japoncası) *Suisei* adını taşır. Bunlar Japonya tarafından fırlatılan gelmiş geçmiş ilk gezegenler arası taşıtlardır.

[Fransa’nın] Güney Amerika’daki [denizaşırı ili] Fransız Guyanası’nın Kourou [roket üssünden] bir *Ariane* roketi fırlatılır. Burun konisi bir Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya Federal Cumhuriyeti, İrlanda, İtalya, Hollanda, İspanya, İsveç, İsviçre ve Birleşik Krallık konsorsiyumu olan Avrupa Uzay Ajansı’nın ilk gezegenler arası uzay aracıdır. Adı – Halley KuyrukluYıldızının 1301’deki tezahürü sırasındaki kendi gözlemine *Adorazione dei Magi* [“Müneccim Kralların Tapınması”] adlı Padova, Arena Şapelindeki ünlü bir freske (bkz. Şekil XV) kaynaştıran Floransalı ressam [Giotto di Bondone’nin] anısına hürmeten isimlendirilen– *Giotto*’dur.

Kazakistan Sovyet Sosyalist Cumhuriyeti’ndeki Tyuratam [uzay üssünden] iki *Proton* fırlatıcı gök kubbeye yükselir. İddialı görevleri –oraya bir gece inişi gerçekleştirecek iki uzay aracı bırakmak ve orta atmosfer tabakasının meteorolojisini incelemek⁸⁸ amacıyla iki balon istasyonunu indirmek için– Venüs’e yol almak ve sekiz ay sonra Halley KuyrukluYıldızıyla rastlaşmak üzere yoluna devam etmeye yönelikti. Uzay araçlarına *Vega* –Venüs adının Rusçası *Venera*’dan hareketle *Ve* ile Rus dilinde H [harfinin] olmayıp yerine nefesli ünsüz G [harfinin] bulunmasından ötürü *Galley* [yani Halley] adından hareketle *Ga*–denilmiştir. *Vega*’nın kuyrukluYıldızla ilgili yükü on iki ayrı bilimsel araçtan meydana gelir. *Vega* uçuşları sırasında Sovyetlere ait araçların yanı sıra Avusturya, Bulgaristan, Çekoslovakya, Alman Demokratik Cumhuriyeti, Almanya Federal Cumhuriyeti, Macaristan, Polonya... ve Birleşik Devletler’den de araçlar taşır.

Amerika Birleşik Devletleri güneş sisteminin uzay araçlarıyla keşfinde –Merkür’den Uranüs’e kadar bütün gezegenlerle düzinelerce ayı ilk defa inceleyerek– kilit rol oynamıştır. Ama Birleşik Devletler Halley KuyrukluYıldızına giden bir uzay aracına sahip değildi. Amerikalı bilim insanları ve mühendisleri tarafından birkaç yenilik getiren uçuş tasarımı ortaya atılmıştır; bunlar Giotto, Vega ve Japon uçuşlarının elde edemeyeceği elzem verileri sağlayacaktı. Ama teklifler hem Demokrat hem de

88. Görevler Haziran 1985’te başarılı bir şekilde yerine getirilmiştir.

1978'de, güneş rüzgârıyla Yer'in manyetik alanının nasıl karşılıklı etki-
leştğini araştırmak üzere tasarlanan, *Uluslararası Güneş-Yer Kâşifi-3*
{*ISEE 3*} adlı bir uydusu Yer'le Güneş arasındaki bir yörüngeye oturtul-
muştu. *ISEE 3* esas görevi sona erdikten sonra epey farklı bir iş için ye-
niden konuşlandırılmıştı. NASA'nın Goddard Uzay Uçuş Merkezi'ndeki
[uzmanlarından] Robert Farquhar, uzay aracının Giacobini-Zinner adlı
son derece ilginç bir cisimle yani, kimi astronomların hızla dönen bir
krep şekline sahip bulunduğunu öne sürdüğü -ekvator yarıçapı kutup
yarıçapından sekiz kat büyük- aktif bir kısa devirli kuyrukluyıldızla
rastlaşacağı usta işi bir yörünge manevrası tasarlamıştı. Kuyrukluyıldız
aynı zamanda Drakonit veya Giacobinit meteor akımının kaynağıdır.
Giacobini-Zinner'in çok yakından çekilen fotoğraflarını görsek sevinç
duyardık ama bu muhtemel değildi. *ISEE 3*'ün bir kamerası yoktu.

Uzay aracının itici [motorları] Giacobini-Zinner'a varması için aracın
yörüngesini değiştirmişti. Böylece araç Yer'in manyetik alanının, bir
kuyrukluyıldızın kuyruğu gibi, Güneş'in aksi yönüne doğru işaret eden
kısımını iki defa yavaş yavaş enlemesine kesecek, ardından da Ay'a arka
arkaya beş defa çok yaklaşacaktı. Ki bu değişiklik aracı, 1983'ün sonla-
rında ay yüzeyine 120 kilometre kadar yaklaştırmıştı. Uzay aracının
küçük roket motorundaki ufak bir arıza onun Ay'a çarpmasına yol aç-
abilirdi. Ama bunun yerine, Ay'ın kütle çekimi [erimi] yakınından birbi-
rini izleyen geçişlerin birikimli etkisi uzay aracını (Oort Bulutundan
gelip de Jüpiter'in yakınlarından geçen bir kuyrukluyıldız gibi), 11 Eylül
1985'te başarılı bir şekilde Giacobini-Zinner Kuyrukluyıldızının kuyru-
ğunun içinden geçeceği, çok farklı bir gezingeye savurmuştu.

Bu söz konusu uzay aracı filotillasının Halley Kuyrukluyıldızının civarı-
na ulaşmasından hemen hemen altı ay önceydi. Bundan dolayı bu alış-
tırmanın -Temmuz 1969'daki, Sovyetlerin insansız *Luna 15* uzay
aracının insanlı Amerikan *Apollo 11*'in dönüş yolculuğuna başlamasın-
dan birkaç saat önce Ay'a [inip]* bir numuneyle geri gelme girişimini
başaramaması gibi- esasen politik olduğunu düşünebilirsiniz. Ama-
şimdi yerinde *ICE* kısma adıyla, *Uluslararası Kuyrukluyıldız Kâşifi* ismi
verilen- *ISEE 3* Yer'in civarında neredeyse sürünüp duracakken bu sa-
yede çok daha yararlı bilgiler elde etmiştir. Kuyrukluyıldız çekirdeğinin
çevresini saran gezegenler arası manyetik alanla, kuyruktaki umulma-
yan enerjik parçacık ve alan hadiselerini keşfetmiştir. *ICE* iç güneş siste-
minde sefere çıkmayı sağlayacak -küçük bir roket motorunu, Ay'la
gezegenlerin kütlelerini ve Newton Hareket Yasalarını kullanmayı bili-
yorsanız- artık el altındaki fevkalade hüneler kanıtıdır.

**Luna 15* inişi sırasında Ay'a düşmüştür. (ç.n.)

Cumhuriyetçi yönetimler tarafından reddedilmişti. Yeterli para yoktu. Birleşik Devletler'in daha önemli işleri vardı. Halley Kuyruklu Yıldızına yapılacak esaslı bir uçuşun maliyeti kabaca tek bir B-1 bombardıman uçağınıninki kadardı. Birleşik Devletler 100 adet B-1 bombardıman uçağına bağlanmıştı. 99'a göre hareket edemezdik. Belki 2061'de, Halley Kuyruklu Yıldızının bir sonraki dönüşünde, farklı bir Amerikan tepkisi gösterilecektir. Ancak Birleşik Devletler'in kuyruklu yıldız keşfinin bu şekilde dışında kalmasına rağmen, yirmi ülkeden kaynaklanan söz konusu beş uzay araçlık filotilla insan türünün uzayın derinliklerinden ve güneş sisteminin erken tarihinden gelen bu özel elçiye verdiği coşkulu bir karşılıktır.

Birleşik Devletler, bir parça yörüngesel bir el çabukluğu sayesinde, gene de uzay araçlarıyla bir kuyruklu yıldız çok yakından inceleyen ilk ülkeydi. Bu, araçları bakımından resim, tayf veya fazlaca bileşim bilgisi elde etmekten aciz, daha çok yüklü parçacıklar ve manyetik alanlara ilişkin veri toplayabilen basit bir uzay aracıydı. (bkz. sayfa 394'teki kutu) Ne var ki, hiç şüphesiz, bir ilkti.

Vega'nın içinde bir Amerikan deneyi de vardı. Tamamen Chicago Üniversitesi fizik profesörü ve düzinelerce ABD insansız uzay uçuşunun emektarı John Simpson'ın kişisel girişimiyle oradaydı. Birleşik Devletler'in Sovyet dış politikasından duyduğu hoşnutsuzluğunun Sovyetler Birliği'yle uzay bilimi konusunda iş birliği anlaşması noktasında geçerliliği bulunmamasına razı geldiği bir zamanda, Simpson alışılmamış bir kuyruklu yıldız tozu çözümleyicisi tasarlamıştı. *Giotto*'ya dahil edilmesi umuduyla, Hollanda'daki bir ESA [Avrupa Uzay Ajansı] toplantısında aygıtından söz etmişti; bir aydan kısa bir süre sonra, SSCB Bilimler Akademisi Kozmik Araştırma Enstitüsü'nün direktörü Roald Sagdeev tarafından aracın *Vega* uçuşuna kabul edildiği bildirilmişti. Oysa Simpson aracını *Vega* uzay aracı için hiçbir zaman önermemişti. Ancak Amerikan yetkililerinden gerekli izni aldıktan sonra, Simpson en azından bir on yıl kadar eski bir teknolojiyi kullanan bir aygıtı toparlamıştı; "teknoloji transferi" konusundaki ABD kısıtlamalarını ihlal etmek istemiyordu. Yükleri tütleme zamanı geldiğinde, Sovyet mühendisleri kendi araçlarının hepsinde varken Simpson'a aracında neden bir bil-

gisayar mikroişlemcisi bulunmadığını sormuşlardı. Simpson gülümsemişti.

Halley rastlaşmasıyla ilgili bütün uzay uçuşu kurumlar sonuçları dünya çapındaki bilim insanlarının hizmetine sunma konusunda vaatte bulunmuştu. Uçuşlar –sadece çeşitli araçlar birbirini tamamlasın ve veriler hızla teati edilsin diye değil, bir uçuşun sonuçları diğerlerinin başarısını temin etmeye katkıda bulunsun diye de– el birliğiyle örgütlenmişti.

En mütevazıları Japon uçuşlarıydı. *Sakigake*'ye sadece makine-lerin oraya varmasının bir sınaması gözüyle bakılmış ve Halley KuyrukluYıldızının ancak bir milyon kilometre kadar yakınından geçmişti. Buna rağmen, araç kuyrukluYıldızın güneş rüzgârıyla karşılıklı etkileşimine yönelik daha yakından ölçümlerle kıyaslamak amacıyla uzak güneş rüzgârını değerlendirmişti. Diğer taraftan, en yakınına varmadan aşağı yukarı bir ay önce hidrojen saçının fotoğrafını çekecek bir morötesi televizyon kamerası taşıyan *Suisei* hemen hemen 200.000 kilometreden daha fazla yaklaşmıştı. Hidrojenin kuyrukluYıldızdaki çözüşük su buzundan ortaya çıkması nedeniyle, ana kuyrukluYıldız uçucusunun salınma tarihinin bir kaydına sahibiz.

Halley KuyrukluYıldızının yörüngesinin burçlar kuşağı veya tutulum düzlemine yani, Yer'in yörüngesinin yer aldığı düzleme yaptığı açı 162 derecedir. Bundan ötürü modern gezegenler arası uzay araçları itici sistemlerinin sınırlılıkları yüzünden, kuyrukluYıldıza sadece yörüngesi Yer'in yörünge düzlemiyle kesiştiğinde erişilebilir. Bu nedenle *Vega* uzay araçlarının gezinmeleri onları Halley KuyrukluYıldızının civarına 6 ve 9 Mart 1986'da götürmüştü. *Vega 1*'in en fazla yaklaşacağı mesafe hemen hemen 10.000 kilometre, *Vega 2*'ninkiyse muhtemelen biraz daha az olarak tasarlanmıştı. *Giotto* Halley KuyrukluYıldızının çekirdeğiyle 13 Mart 1986'da rastlaşmak ve güneş ışınlarıyla aydınlanan tarafının birkaç yüz kilometre yukarısından geçmek üzere tasarlanmıştı. Bağlı hızın muazzamlığından ötürü, rastlaşma sadece birkaç saat, kilit ölçümlerin bazılarıysa sadece birkaç dakika sürdürülebilmisti.

Ancak kuyrukluYıldızın birkaç yüz kilometre uzağından geçmek için, bu hızla hareket eden buzdağının yerini birkaç yüz kilometreyi aşmayan sınırlar içinde bilmeniz gerekir ve hiç kimse

yörüngesini bu kadar kesinlikle bilmiyordu: Öylesine saçla kaplı çekirdeği, Yer'den kesin konumunu ölçebilecek kadar yeterince iyi göremezsiniz. Onun için, Sovyetler Birliği, Birleşik Devletler ve Avrupa Uzay Ajansı arasında Pathfinder ["Kılavuz"] adı verilen ortak bir seyrüsefer şeması hazırlanmıştı. ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin radyo teleskopları, Sovyetlerin iş birliği sayesinde, Samanyolu Galaksimizin çok ötelerinde yer alan çok daha uzaktaki yıldızsı nesnelerin⁸⁹ meydana getirdiği artalanla kıyasen [onları nirengi noktaları gibi kullanarak] *Vega* araçlarından gelen radyo iletimini dinlemişti.⁹⁰ Bu yolla uzay aracının Yer'e göre konumu ve hareketi yüksek bir kesinlikle belirlenebilir. Sovyet uzay bilimcileri, *Vega*'dan gelen ilk fotoğraflar sayesinde Halley KuyrukluYıldızının çekirdeğinin yönünü yüksek bir kesinlikle fark etmişlerdi. Ama Yer'e göre *Vega*'nın ve *Vega*'ya göre Halley KuyrukluYıldızının yerini biliyorsak, o zaman Yer'e göre de Halley KuyrukluYıldızının yerini biliyoruz demektir. Bu bilgi gözlemlerden çok seri bir şekilde çıkarılmış, böylece *Giotto* çok hassas bir manevrayı gerçekleştirebilmişti: *Giotto* kameralarının kuyrukluYıldız çekirdeğinde göreceği ince ayrıntıları eniyilemek için, uzay aracının kuyrukluYıldızın çok yakınından geçmesi gerekiyordu. Ancak karanlık taraftan geçse, göreceği neredeyse hiçbir şey bulunmayacaktı. Amerikan radyo teleskoplarıyla Sovyet uzay araçları iş birliği yapmasaydı, *Giotto* bilim insanlarının çok yakından uçuşlarını planlamaları imkânsız hale gelir ve ıskalama mesafesi 1.000 kilometre veya daha fazla olabilirdi.

500 kilometrelik bir menzilde, görülebilir en küçük ayrıntı aşağı yukarı 30 metreydi; resimler daha yakın mesafelerden çekilse, daha iyi bir çözünürlük elde edilirdi.

89. Bu kelimenin İngilizcesi kısma adı QSO'dan hareketle "quasar" yani, "quasi-stellar object" terimidir. Doğru Türkçesi de "yıldızsı nesne" terimidir. Ne yazık ki, Türkçeleştirilirken "yıldızimsı" veya "kuvasar" veya "kuasar" adları takılmıştır. (ç.n.)

90. Venüs'ün atmosferine bırakılan Fransız/Sovyet balonları da Amerikan radyo teleskoplarınca izlenmişti. Venüs'ün sert ortamı onları yok edinceye kadar yaklaşık iki gün dayanabilmişlerdi.



94. 1986'daki tezahürü sırasında Halley Kuyrukluyıldızının Alan Dressler tarafından Las Campanas Gözlemevi'ndeki du Pont teleskopuyla çekilen fotoğrafı. Alan Dressler'in müsaadesiyle.

Vega 1 ve *2*'yle *Giotto*'nun muhteşem rastlaşmalarına sırasıyla Kozmik Araştırma Enstitüsü'nün Moskova'daki kontrol merkezi ve Avrupa Uzay Ajansı'nın Almanya, Darmstadt'taki merkezinden tanıklık etmek bizim için zevkti. Araçların hepsinin çalışmamasına rağmen –uzay araçlarının ikisi de beklenmedik bir şekilde kuyrukluyıldız çekirdeğiyle birlikte turlayan döküntü tarafından dövülmüş ve geçici olarak işlemez hale gelmişti (*Giotto* Halley Kuyrukluyıldızının çekirdeğine ancak birkaç yüz kilometre yaklaşabilmişti)– birkaçından daha önce bir şekilde bahsettiğimiz, bir hayli önemli keşif yapılmıştı. Bunlardan belki de en önemlisi Fred L. Whipple'in kuyrukluyıldızlara kirli kartopları gözüyle baktığı modeli esas itibarıyla doğrulanmıştı. Tabii bu bazı kuyrukluyıldızların benzer yörüngelerde yol alan yüzlerce küçük cisimden meydana gelme ihtimalini yok etmez ama hiç değilse bazıları, muhtemelen de çoğu kuyrukluyıldız katı, buzlu ve organik bir çekirdeğe sahiptir.

En çarpıcı görüntü çekirdeğin Dr. Uwe Keller'in başkanlığındaki ESA ekibi tarafından *Giotto*'da bulunan Çok Renkli Halley Kamerasıyla çekilen bileşik görüntüsüydü. Bu görüntü çekirdeği düzensiz, yamru yumru, yarfıstığı veya patates şekilli bir cisim olarak göstermektedir: Çok kabaca 15x10x10 kilometre boyutlarında yani, tam da Kretase Dönemini sona erdirip memelerin çağını başlatan kuyrukluyıldız için öngörülen boy aralığındadır. Sabah güneşinde parıldayan küçük tepeler ve belki bir de krater vardır. (Şekil XXIV)

Ve öngörüldüğü gibi, büyük bir kesinlikle fışkırıklar oradadır, ara sıra etkinlik göstermekte, kuyrukluyıldız saçını meydana getirecek şekilde, maddeyi ucu bucağı görünmeyen eğri büğrü bir itfaiye hortumu gibi civardaki gezegenler arası uzaya fışkırtmaktadır. Fışkırıklar dışında zemin koyu renklidir. Epeyi koyu renklidir. Fışkırıkların nereden çıktığını görürsünüz: Çoğunlukla yüzeydeki–muhtemelen belirli bir buz türünün gaza dönüştüğü– ayrık oyuklardan. Bu değişken görünüm ve bileşime sahip kendine yeterli uçarı küçük dünya, yerdeki astronomların nesiller boyunca kuyrukluyıldız çekirdeğinin doğasıyla ilgili tüm dengelimlerini doğrulamaktadır.

19. kısım

büyük kaptanların yıldızları

Kuyruklu yıldızların fiziksel yapısına dair hangi görüşleri benimsersek benimseyelim, kabul etmeliyiz ki, onlar kâinatın ekonomisiyle ilgili yüce ve önemli bir amaca hizmet ederler; çünkü Kadiri Mutlak'ın kemaline değer bir gayeden maada ve içinde hareket ettikleri sistemin sakinlerinin hayrına olmayan, böylesi muazzam sayıda cismi yaratıp onları esaslı yasalara göre hızla [yol alacak şekilde] harekete geçirdiğini farz etmemiz mümkün değildir.

—THOMAS DICK, *THE SIDEREAL HEAVENS AND OTHER SUBJECTS CONNECTED WITH ASTRONOMY, AS ILLUSTRATIVE OF THE CHARACTER OF THE DEITY AND OF AN INFINITY OF WORLDS* ["TANRININ NİTELİĞİNİ VE DÜNYALARIN SONSUZLUĞUNU GÖSTEREN, ASTRAL SEMA VE ASTRONOMİYLE İLGİLİ DİĞER KONULAR"], PHILADELPHIA (1850)

Büyük ihtimalle bir miktar hayat maddesini ilk zamanlarında Yer'in yanı sıra uçsuz bucaksız Samanyolu Galaksisindeki sayısız başka gezegene kuyruklu yıldızların getirdiğini göz önüne aldık. Ayrıca kuyruklu yıldızların getirdikleri kadar götürdüklerini de gördük...

65 yıl önceki Kretase Tersiyer [Dönemleri] çarpışması Yer'deki canlı türlerinin çoğunu (bereket versin ki, atalarımızın yararına, neredeyse başka herkesin zararına) yok etmişti. Çok daha zayıf çarpışmalar, on bin megatonluk TNT'ninkine eşdeğer bir patlama gücü kadar azı bile, kesinlikle yıkıcı sonuçlara yol açabilir. İnsan hayatının tarıma, ki tarımın da az sayıda özen göstererek yetiştirilen türlere dayalı olması nedeniyle, besin arzımız yıkımlara genelde diğer hayvanlarınkinden daha açıktır. Ancak tabii ki, çarpışma ne kadar büyük bir felaketle sonuçlanırsa, vuku

bulma ihtimali de o kadar azalır veya aynı şekilde meydana gelebilmesi için daha uzun bir süre beklememiz gerekir.

Ne var ki buna rağmen, Temmuz 1993'de Shoemaker-Levy 9 KuyrukluYıldızının yirmiden fazla kırıntısının Jüpiter'le çarpışmasının bize hatırlattığı gibi, bu tür yıkımlar zamanımızda da baş göstermektedir. Ayrıca Jüpiter'in bulutlarında Yer büyüklüğünde çarpışma lekelerinin ortaya çıkması gerçeği böylesi bir çarpmanın etkilerinin dünya çapında olabileceğini hatırlatır.

Amma da beklenmedik bir bulgu! Halley ve Laplace ve de Ignatius Donnelly gibi bilim kurgu yazarlarının yanı sıra bilim insanlığından çok yazarlığa soyunanların spekülasyonlarına ne kadar da cuk oturuyor. Tam da bu nedenle kuyrukluYıldız kaynaklı yıkımı elimizin tersiyle itmeye, aklımızdan çıkarmaya yatkınsınız. İnsanlığın yazılı tarihinde böylesi çarpımları⁹¹ açığa vuran hiçbir şey yoktur ve tabiatıyla aklımızın bir köşesinden, sonuçta hiç vuku bulmadıysa, asla vuku bulmaz diye geçer. Ancak bu çok sınırlı deneyimle yapılan tehlikeli ve yersiz bir dışsal kestiridir. Hiroşima ve Nagazaki dışında hiçbir zaman bir nükleer savaş meydana gelmemiştir. Bundan nükleer savaş imkânsızdır sonucu çıkmaz. Keza, insan türünün daha önce asla koruyucu ozon tabakasını inceltmeye gücü yetmemiştir. Bu hiç yapamayacağımız anlamına gelmez. Benzer şekilde, küresel ısınma, kazara korkunç hastalık yaratma, neredeyse hiç kalmayınca kadar her saniye dört bin karelik bir ormanın tahribi... Bu tür vahim durumlarla hiçbir zaman karşı karşıya gelmeyebiliriz. Gerekli bütün tedbirleri alabiliriz. Ama ihtimalleri göz ardı etmek tehlikeli bir budalalıktır.

Bu sigortaya benzer: Sigorta şirketleri ödemeniz gereken primi hem vahim durumun ihtimaline hem de vahamet derecesine göre kararlaştırır.

Yer'e vuracak bir kuyrukluYıldız veya asteroitle ilgili hangi tedbirler alınabilir ve ne ölçüde çaba harcanmalıdır?

Kimi amatör, kimi profesyonel, bir avuç adanmış astronom bir süredir bu gezegenler arası davetsiz misafirleri araştırmaktadır.

91. Bu yönde aynı güçle sürdürülen bir ıraklamanın başını bir zamanlar Immanuel Velikovsky adlı bir psikiyatrist çekmişti. Sayısız çürütmeler arasından bkz. *Scientists Confront Velikovsky*, der. Donald Goldsmith (Cornell University Press, Ithaca, 1977).

1995'te NASA'nın Müdürü Daniel Goldin, Carl Sagan'dan Yer'e yakın cisimlere (Yer'e çok yaklaşan kuyruklu yıldız ve asteroitlere) uzay araçları gönderilmesinin gerekçeleriyle ilgili bir özet ortaya koymasını istemişti. Böylesi uçuşlar pahalıdır, NASA bünyesinde veya dışında yürütülen diğer önemli projelerle rekabet etmesi gerekir ve –özellikle uzaydan kaynaklanan yıkımların çok kolayca hicvedilmesi veya bir kenara atılması (ki bazen buna “kıkırdama etmeni” denir) yüzünden– nedenleri sıralamak ve makul mü görmek iyi bir fikir olabilir.

- Çapları 1 kilometreden (0,6 milden) fazla aşağı yukarı 2.000 [cisimden meydana gelen] bir küçük dünya öbeği Güneş'in çevresinde Yer'e çok yakın bir yörüngede döner. Bazıları ana asteroit kuşağından kaynaklanmıştır; diğerleri nihayetinde dış güneş sisteminden kaynaklanan göçüp gitmiş veya ayağını sürüyen kuyruklu yıldızlardır. Çoğu YYC kütle çekimsel tedirginliğe maruz kalıp 10 milyonla 100 milyon yıl arasındaki bir zaman diliminde Yer'e yakın yörüngelere girip çıkar.
- Onun için, YYC'ler küçük dünyaları araştırmak bakımından Mars'ın yörüngesinin ötesine yönelik uçuşlardan çok daha az maliyetli uygun bir fırsatı temsil eder.
- YYC'ler gezegenleri oluşturan ilk gezegenimsilerin –güneş sisteminin şekillendiği güneş bulutsusundaki koşulların ipuçlarını barındıran– adeta hiç değişmemiş örneklerini temsil eder. Bazı YYC'ler diğerlerine göre daha fazla fiziksel ve kimyasal işlem görmüştür.
- Bazı YYC'lerin el halteri şekli (örneğin, Toutatis) bu noktada ilginç mi ilginç bir ihtimali, gezegenimsilerin akresyon kalıntılarını ve dolayısıyla Yer'in ve gezegenlerin şekillenmesine yol açan süreçleri görme ihtimalini gündeme getirir.
- Bazı YYC'ler karbonludur. Kuyruklu yıldız ve/ya asteroit kökenli organik moleküller yaklaşık 4 milyar yıl önce Yer'de hayatın başlamasında önemli bir rol oynamıştır. Günümüzde Yer'in atmosferine giren kuyruklu yıldızların organik molekülleri ya büyük ölçüde ortadan kalkar ya da ısıl değişikliğe uğrar. Stratosferde toplanan kuyruklu yıldız döküntülerine ait mikroskobik parçacıklar o kadar az bir birikimli kütleyi temsil eder ki organik kimyalarının belirlenmesi çok güçtür. Karbonlu YYC'leri incelemek, bu nedenle, hayatın başlangıcıyla ilgili önemli ipuçları sağlayabilir.
- Yer'de bir yığın meteorit bulunmasına rağmen, bu meteoritleri güneş sistemindeki belirli asteroitlerden veya kuyruklu yıldızlardan hiçbirinin fiziki, kimyası ve tarihiyle ilişkilendiremiyoruz. Meteoritlerin nasıl farklı asteroit ve kuyruklu yıldız öbeklerine bağlı olduklarını bile bütün ayrıntılarıyla anlamıyoruz. Zayıf bir bağdaşıklık özelliği gösterip Yer'in atmosferine girdiğinde ayakta kalmayan ve bizim için meçhul bir YYC sınıfının mevcut bulunması mümkündür.

- Dinozorlar ve o zamanlar Yer'de yaşayan türlerin yüzde 75'i muhtemelen 10 kilometre (6 mil) çaplı bir YYC'nin yaklaşık 65 milyon yıl önce çarpması sonucu tükenmişti. 1908'de Sibiryadaki Tunguska hadisesi, Yer'in atmosferine giren küçük cisimlerle ilgili kısa bir süre önce gizlilik derecesi kaldırılan ABD Hava Kuvvetleri verileri ve özellikle Shoemaker-Levy 9 Kuyruklyıldızının aşağı yukarı iki düzine kırıntısının Jüpiter'le çarpışması, bütün bunlar tehlikeli çarpışmaların bugün de meydana gelebileceğini vurgulamaktadır. Uygarlığı tehdit eden bir çarpışmanın vuku bulma ihtimali için en iyi tahmin hemen hemen binde birdir.
- Bütün büyük YYC'lerin envanterini çıkarmaya yönelik bir program gereklidir. Bu programla sadece yörünge öğeleri değil envanteri çıkarılmış YYC'lerin fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında da bir şeyler belirlenmelidir. Uzaktan gözlem ayarlaması [kalibrasyonu] için YYC'ler hakkında yerinden toplanan bilgi lazımdır. Tehlike potansiyeli barındıran YYC'lere *transponder* [verici-yanıtlayıcı] yerleştirmek gerekebilir.
- YYC öbeği muhtemelen hayli bağdaşık cisimlerden birbirine zayıf bir şekilde bağlı toz topraklarına kadar değişiklik göstermektedir. Yer'e çarpacağı bir gezincede yol alan bir YYC'yi bir gün yolundan saptırma veya parçalama zorunluluğu doğarsa, çeşitli YYC öbekleriyle ilgili tecrübeye sahip bulunmak elzem olacaktır. Örneğin, bir ihtimal uzaktan ateşlenen kimyasal veya nükleer silah kullanımı açısından eşleşme sabiti YYC'den YYC'ye adamakıllı değişkendir.
- YYC'lerin gelecek yüzyıl boyunca yaratacakları tehlikeler muhtemelen insanoğlunun uzun süreli uzay uçuşu yeteneği geliştirilmesi için başka bir mantıklı gerçekleştirme sağlamaktadır. Bazı YYC'lere ulaşmak Ay'dan kolaydır. Bazı ilginç YYC'lere 30 günlük bir süre kadar YYC yüzeyinde kalma dahil yapılacak gidiş-dönüş uçuşları bir yıldan daha az zaman alır. Genelde, YYC'lere yapılacak uçuşlar zorluk ve risk bakımından Ay'a ve Mars'a yapılacakların ortasındadır.
- Mars'a gelince, YYC'lere yapılacak robotlu ve insanlı uçuşlar keşif aracı, tele-huzur*, numune getirme ve sanal gerçek uzay teknolojilerinin geliştirilmesi için bir fırsat verdiği gibi, uzay istasyonu ve uzayda diğer uzun vadeli kalım araştırmalarına da gerçekleştirme sağlamaktadır. Keza, YYC gözlemleri ve YYC'lere uçuşlar özünde uluslararasıdır çünkü Yer'deki herkes büyük bir YYC'nin çarpması durumunda aynı ölçüde risk altındadır. (Temsilciler Meclisi Bilim ve Uzay Komitesi'nin Spaceguard ["Uzay Bekçisi"] gibi bir programla ilgili yasa teklifinin dili bunun uluslararası bir çalışma olmasını emretmektedir.)
- YYC'ler keşifler açısından yeni ve bilinmeyen –birçok yönden kısmen keşfedilen Ay'dan daha baştan çıkarıcı– bir ortamı temsil etmektedir.

* İngilizcesi "telepresence" olan bu kelimenin henüz bir Türkçe karşılığı yoktur. "Huzur" kelimesi de "bir yerde bulunma" anlamına gelir. Dolayısıyla yukarıdaki karşılık bir öneri niteliğindedir. (ç.n.)

Bunlara Arizona Üniversitesi'ndeki bir ekip olan, Carolyn ve Eugene Shoemaker, David Levy, Eleanor "Glo" Helin ve az sayıda başkaları dahildir. Helin, Hawaii'deki Maui Adası'nda bulunan özel Hava Kuvvetleri kamera sistemiyle güçlerini birleştirmiştir. Keşif oranı yavaş yavaş toparlanmıştır. Daha önce sınıflandırılan üst atmosfer tabakasındaki kuyruklu yıldız patlamaları bu kategoriden çıkarılmıştır. Onlarca ve yüzlerce metre çap aralığındaki kuyruklu yıldızlar düşündüğümüzden daha çok gibi gözükmektedir. Bunlara topluca Yer'e Yakın Cisimler (YYC) denir. Saptadığımız YYC'lerden hareketle Yer'i gerçekten kasıp kavuracak toplamı kabaca tahmin edebiliriz. Cevap binlerce civarındadır. Bilindiği kadarıyla, hiçbiri gelecek birkaç yüzyılda Yer'e vuracak yörüngelere sahip değildir ama yarın vuracak bir tanesi keşfedilebilir.

Aynı çok kısmi envanterle böyle bir asteroit veya kuyruklu yıldızın gelecek yüzyıl içinde Yer'e vurma ihtimalini de hesaplayabiliriz. Cevap binde birin biraz altındadır. Bana çocuklarımın ve torunlarımın ömürleri boyunca küresel bir afete rast gelme ihtimallerinin binde bir olması çok ciddiymiş gibi gelmektedir. Söz gelişi, uçak facialarının ne kadar derdine düştüğümüzü ve önlemek için ne kadar çaba harcadığımızı –ki düzenli bir tarife göre yapılan ticari bir uçuşta tek bir yolcunun can verme ihtimali milyonda birdir– göz önünde bulundurun. Bir yolcu.

Hiç değilse, Yer'e yakın asteroit ve kuyruklu yıldızlar konusunda dünya çapında ciddi bir araştırma yapılması için seferber olmalıyız. Nasıl yapılacağını biliyoruz, astronomik araçların hepsi mevcut, profesyonel bilim insanları çalışmaya hazır ve bu iş birkaç on yılda büyük ölçüde tamamlanabilir. Toplam maliyeti? Taş çatlasa bir hayalet bombardıman uçağı kadar. Bu parayla topu topu azıcık gönül rahatlığına kavuşsak dahi, sudan ucuz değil mi?

Ayrıca ya talihsizsek? Ya yeni keşfedilen bir YYC'nin öngörülen bir yörüngeye sahip bulunduğu, bundan elli yıl sonra yolunun Yer'in yörüngesiyle kesişeceği ve Yer'in yolunu kapadığı –yani bize mahsus bir kuyruklu yıldız olduğu– ortaya çıkarsa? Saldırgan kuyruklu yıldızı, günberi noktası yakınlarındayken yörüngesini Yer'e çarpmasın diye yeterince değiştirecek şekilde, azıcık dürtmenin yöntemleri vardır. Bazı yöntemler nükleer silahları

icap ettirir, bazılarıysa ettirmez. Katı, yapışık bir kuyrukluyıldız çekirdeği sadece bir dizi hafifçe itme gerektirebilir ama birbirine gevşekçe bağlı bir şey –aynı yörüngeyi paylaşan ve birbirine çok zayıf bir şekilde bağlı birkaç yüz daha küçük kuyrukluyıldızın eşdeğeri– başa çıkılması gereken daha karmaşık bir mesele teşkil eder. Açıkçası Yer’i bu yöntemle gözetmek için asteroit ve kuyrukluyıldızlarımızı bilmemiz lazım. Ve bunu güvenilir bir şekilde bilmenin yöntemi de onlara uzay aracı göndermektir. Daha önce bahsedilen –dünyanın her tarafındaki astronomlar (ve ara sıra düşük verimli [taktik] nükleer silah denemelerine son vermemek için neden arayan Çin) tarafından desteklenen program muazzam bir ilerleme teşkil edecektir.

İlerleyen zamanlarda çözüme kavuşturulması gereken başka meseleler de vardır. Saptırma teknolojisinin kötüye kullanılma, böylece aksi halde Yer’e vurmayacak bir kuyrukluyıldız veya asteroidin yere vurmasını sağlama ihtimali bulunmaktadır. (Elbette alınabilecek karşı önlemler de mevcuttur.) Uzun devirli bir kuyrukluyıldızın Kuiper Kuşağı veya Oort Bulutundan fırlayıp, bunu bize sadece birkaç ay önceden hissettirerek, dosdoğru Yer’e yönelmesi gibi uzak bir ihtimal de vardır. Ama biz Yer’e yakın cisimler meselesinin üstesinden gelmeye muktedirsek, haydi haydi torunlarımızın da bu meselelerle başa çıkacak imkânları bulunacağını düşünüyoruz.

YYC’lerin uzay araçlarıyla keşfi başlıyor, her ne kadar yavaş yavaş olsa da. 1996’da NEAR (“Yer’e Yakın Asteroit Buluşması”) adlı bir Amerikan uzay aracı fırlatılmıştı. Yörüngesinin aşk tanrısı Eros’un adını taşıyan büyük YYC’ninkiyle eşleşmesi için tasarlanmıştır. Güneş’in çevresindeki gezinmesi boyunca Eros’u izleyecek, yüzeyinin haritasını çıkaracak, bileşimini ve ortalama yoğunluğunu belirleyecek, ayrıca yılın bu mevsiminde ne tür değişiklikler meydana geldiğine tanıklık edecektir. Asteroidin bazı kısımlarına 15 kilometre kadar yaklaşacaktır. Avrupa Uzay Ajansı’nın, Wirtanen Kuyrukluyıldızını 2011’de ziyaret edip, bir veya daha fazla iniş aracını yüzeyine bırakacak Rosetta Projesini 2003’te başlatmaya yönelik henüz kesinleşmemiş planları vardır. NASA, 2004’te bir kuyrukluyıldızdan toz toplayıp numuneleri 2006’da Yer’e geri getirecek Stardust uçuşunun geliştirilmesini onaylamıştır. Stardust, Wild-2 Kuyrukluyıldızının çekirdeğinin

aşağı yukarı 100 kilometre kadar yakınından uçmadan önce güneş sistemindeki yıldızlararası toz tanelerinden toplayacaktır.

Yavaş ilerliyoruz. YYC'lere henüz insan göndermiyoruz, YYC'leri oradan oraya taşımıyoruz, henüz YYC'lerin esas kısmını saymıyoruz bile ama ilerleme kaydediyoruz.

Bir kuyruklu yıldız epey yakından geçti... bundan dolayı hizmet-kârları ve aletleriyle birlikte üzerine çullandılar.

-VOLTAIRE, MICROMÉGAS, 1752 [HİKÂYE-İ MİKROMEĞAS, 1872/
MICROMÉGAS, 2015]



95. Bir kuyruklu yıldızın korkusuz ama isteksiz ziyaretçileri. Jules Verne'in Hector Servadac [Güneş Sistemi'nde Seyahat] adlı romanından.

Asteroit ve kuyruklu yıldızların Yer'e çarpmalarını önlemek amacıyla yönlerini değiştirmeyi hesaba katar katmaz, başka

amaçlar için yörüngelerini yeniden düzenlemeyi de tasavvur edebiliriz. İnsanlar madenciliği icat etmeden önce, metalürji için el altındaki yegâne demir kaynağı meteoritlerdi. Bu olgu, demir kelimesiyle gökyüzü kelimesi arasında bağlantı kurulan, birçok dilde hâlâ zikredilir. (Latince *siderus* kelimesi, İngilizcedeki *sidereal* [yıldız veya yıldızlara ilişkin] kelimesi gibi, yıldız veya takımyıldızı kelimesinden gelir; Yunancada demirin karşılığı *sideros* kelimesidir.⁹²) Milyarlarca yıl önce bir asteroit erir ve taşı bir manto altında nikel-demir çekirdek meydana getirir, bir başka asteroitle şiddetli bir çarpışma mantoyu [yani çekirdek kabuğunu] sıyrır, müteakip bir çarpışma da bir demir kırığının uzayın bir başından bir başına hızla ilerlemesine yol açar. Milyonlarca yıl sonra, Yeryüzüne düşer, gezgin bir kabile mensubunu irkiltir ve teknolojiyle uygarlık yönünde başka bir özendirme daha sağlar. Biz insanlar dünya dışı kaynakları işleme konusunda hanidir tecrübeliyiz.

Platin grubu metallerin asteroitlerde (muhtemelen kuyruklu yıldızlarda da) Yer'e oranla daha bol bulunması nedeniyle, civardaki küçük cisimlerde madencilik yapılması için ciddi ekonomik motivasyonlar olabilir. 100 kilometre genişliğindeki bir asteroidin kütlesi bir milyon tondur. Aralarında nikel ve platin grubunun da bulunduğu, erişilebilir metal arzının gitgide azaldığı bir gezegende bu durum asteroitlerin ticari kullanımı için önemli bir teşvik sağlayabilir. Bir roket motoru asteroide kadar çekilir, ona takılır, ateşlenir ve gezingesini değiştirmek için kullanılır. Belki onu Yer çevresinde uygun bir yörüngeye oturtmak amacıyla, Ay veya civardaki bir gezegenden bir kütle çekimsel sapan⁹³ gibi yararlanılır; orada [yörüngede] parçalara ayrılır ve büyük kargo [uzay] gemileri kıymetli metalleri Yer'e taşır.

Bu tür manevralardaki en büyük tehlike bir hata yapılması ve zapt edilen YYC'nin aşağıdaki Yer'in üstüne yığılması olacaktır. Ama dem vurduğumuz teknoloji en azından gelecek bir veya iki yüzyıl sonra gerçekleşecektir ve o zaman da uygun emniyet tedbirlerinin mevcut bulunacağını tasavvur edebiliriz.

92. Türkçede de demir cevherinin adlarından biri "sideroz" kelimesidir. Sideroza "siderit" de yani "demirli göktaşı" da denir. (ç.n.)

93. Bir gökcisminin kütle çekimini kullanarak bir uzay aracını hızlandırma ve/ya yörüngesini değiştirme yöntemi. (ç.n.)

Sırf ekonomik bir bakış açısıyla, mesele asteroit materyalini zapt etmek, parçalara ayırmak ve nakletmek için para harcamak-tansa Yer'deki halen mevcut ama daha zor işlenebilir yataklarda veya çok büyük derinliklerde bulunan cevherleri çıkarmanın daha uygun olup olmayacağıdır. Uzay madenciliğinin ticari fay-dasının en bariz hale geldiği durum Yer'in yörüngesinde büyük yapıların inşa edilmesidir: Bu tür inşaatların farklı bir amaçla, örneğin, eczacılık ürünlerinin ve egzotik alaşımların imalatı, bilimsel araştırmalar, gezegenlere yolculuğun ara istasyonu diye veya silah sistemlerinin – buna izin verecek kadar budalaysak– uzaya taşınması amacıyla gerçekleşmesi durumunda. Materyali yeryüzünden yukarıya yerçekiminin aksi yönünde taşımak çok pahalı, orada hazır bulunan materyalleri kullanmaksa bir hayli daha ucuzdur. Ay zaten orada Yer'in çevresinde dolanmaktadır ama bir dizi kritik madde, özellikle su ve organikler bakımından, maalesef galiba tükenmiştir. Biz insanlar gelecek yüzyılda büyük yörüngesel inşaatlara başlarsak, asteroit ve kuyrukluyıldızları hammadde olarak kullanmak anlam ifade edecektir. Bu süreçte, küçük dünyalarda kayda değer ölçüde yaşama ve onları iç güneş sisteminde oradan oraya taşıyıp durma pratiği kazanacağız. O halde, bu yeteneğin çok şaşırtıcı bir uzak görüşe kapı aralaması ihtimal dahilinde gibi gözükmektedir:

Daha önce dile getirdiğimiz gibi, yolu Yer'in yörüngesiyle kesişen birlerce küçük dünya vardır. Çoğu kuyrukluyıldız kökenlidir. Bütün bu dünyaların toplam alanı on bin kilometre kare yani, büyükçe bir toprak parçasıdır. Gerçi münferiden her biri sadece bir yerleşim merkezindeki bir ada kadardır. İç ve dış Oort Bulutunda yüz trilyon kuyrukluyıldız çekirdeği varsa, o zaman kuyrukluyıldızların toplam yüzey alanı her biri Yer büyüklüğündeki yüz milyonlarca gezegenin eşdeğeridir. Uygun bir şekilde arka bahçemize park etmiş yüz milyon Yer baş döndürücü bir manzaradır.

Kuyrukluyıldızlar o kadar yavaş yol alır ki, bugünkü teknolojiyle bile içlerinden birini yakalamak mümkündür. Bir kuyrukluyıldızın dış Oort Bulutundan buraya gelmesi birkaç milyon yıl sürer; *Voyager* uzay aracı aynı mesafeyi on bin yılda katedecektir ve büyük ihtimalle geleceğin teknolojileri düzgeciş süresini bir insan ömrünün altına indirecektir. İnsanların gelecekte nerede

yaşayacaklarını planlıyorsak, kuyruklu yıldızlar gelmiş geçmiş en geniş imkânlar yelpazesini sunmaktadır. Ama aşağı yukarı birkaç kilometre kare çok fazla insanı kaldırmayacaktır, her biri az meskûn çok sayıda küçük dünyayı gözümüzün önüne getirmeliyiz. Buna rağmen bir kuyruklu yıldız hangi açıdan iskân edilebilir sayılır?

Şüphesiz hayat için zorunlu bütün moleküller kuyruklu yıldızlarda bulunabilir. Yer'deki çoğu diğer canlı türü gibi insanlar da büyük ölçüde sudan meydana gelir ve muhtemelen dış güneş sistemindeki az sayıda ay dışında su bakımından kuyruklu yıldızlardan daha zengin olduğu bilinen başka dünyalar yoktur. Kuyruklu yıldızlar ayrıca tarım ve biyolojik mühendisliğe elverişli büyük miktarlarda organik molekülle büyük bir ihtimalle pratik amaçlar için yeterli kaya ve metal de ihtiva eder. Muazzam miktarlarda su aynı zamanda soluma için kolaylıkla oksijen elde edilebilmesinin yanı sıra, sıvı hidrojen ve oksijenle çalışan *Centaur* güçlendiricisi [yardımcı roket] gibi roketlere bir kuyruklu yıldız yüzeyinde rahatlıkla yakıt ikmali yapılabileceği anlamına gelir. Kuyruklu yıldızlar, taşı ve metalik asteroitlere kıyasla, her bakımdan daha lütufkâr birer üs ve yurttur.

Ama Yer'deki hayat, neredeyse hepsi, güneş ışığının enerjisiyle işler. Bitkiler enerjilerini güneş ışığından hayvanlar da bitkilerden sağlar. İç güneş sistemi ışıktan geçilmez ama Yer ve Mars dışında su tükenmiştir. Oysa dış güneş sistemi (donmuş) su bakımından zengin ama güneş ışığı bakımından fakirdir. Satürn sistemindeki bulutsuz bir dünyada ekvatorial öğle Yer'deki alacakaranlıktan daha aydınlık değildir. Suyun olduğu yerde ışık yoktur ya da tersi: Amerikalı bilim yazarı Isaac Asimov'un uzun yıllar önce parmak bastığı bir nokta.

Artık modern teknolojiyle güneş sisteminin tasarımında gözden kaçan bu durumun telafisi için bir şey yapmayı tasavvur edebiliriz. Kuyruklu yıldızlar (ve Satürn'ün halkalarındaki buzlu kaya kütleleri) iç güneş sistemine sürülebilir veya çekilebilir, burada buz doğrudan doğruya yüzeyden, civardaki göçüp gitmiş kuyruklu yıldızlardansa çöl kaldırımı alttaki buzlu çekirdeğe kadar delinerek çıkarılabilir. Su roket yakıtıyla oksidant [oksitleyici madde] yapmak, ayrıca insanların uzaydaki ve diğer yerbenzeri gezegenlerindeki ileri karakollarına oksijen sağlamak amacıyla

bileşenlerine ayrıştırılır. Kuyrukluyıldızlarda kullanılabilir o kadar çok su vardır ki, hayatın daha önce ıssız olan ortamlara nakline imkân verecek şekilde, kavrulup kurumuş dünyaların seçili bölgelerine su sağlandığını hayal etmek bile mümkündür. Göçüp gitmiş bir kuyrukluyıldız veya karbonlu bir asteroitteki organik madde, tozlaştırılırsa, bundan da yararlanılabilir: Canlılar için yetiştirme ortamı diye ve Venüs'ün cehennemi iklimini dinozorların tükenmesi ve Nükleer Kış araştırmalarının akla getirdiği aynı mekanizmayla (16. Kısım) yumuşatmak amacıyla. Buzlu çekirdeklere sahip tükenmiş kuyrukluyıldızların çoktan kapımızın eşiğinde bulunma ihtimali nedeniyle, gelecek bir veya iki yüzyıl içinde uzayın insanlar tarafından kullanımı açısından kritik bir etmen oldukları anlaşılabılır.

Kuyrukluyıldızın sağlamadığı, en azından doğrudan sağlamadığı, biyolojik esansiyeller [mutlaka bulunması gerekenler] ısı, sıcaklık, enerji, güçtür. Bunlar kuyrukluyıldızlara normalde Güneşe yaklaştığında sunulur. Güneşe epeyi yakın bir kuyrukluyıldızın üzerine ve çevresine yerleştirilmiş yığınla güneş paneli dizisini zihnimizde canlandırabiliriz. Bunu kuyrukluyıldız Satürn'ün yörüngesi kadar uzaktayken bile düşünebiliriz. Daha uzaklardaysa kuyrukluyıldız üslerine büyük nükleer füzyon reaktörlerinin güç sağladığını tasavvur edebiliriz. Başlı başına suyla çalışan füzyon reaktörleri, bazı uzmanların öngördüğü gibi, gelecek yüzyılın ortalarında ticari bakımdan yapılabilir hale gelirse, bayağı suyun yanı sıra, donmuş ağır su, (D'nin çekirdeğinde bir nötrona ilaveten bir proton bulunan döteryum yani, ağır hidrojenin bir çeşidi anlamına geldiği) HDO ve D₂O'nun bolluğu yüzünden kuyrukluyıldız üsleri için ideal bir güç kaynağı olmayı temsil eder.

Daha romantik ve çevre dostu bir düşünce, genetik mühendislik yoluyla bir gün Güneş'ten uzakta yetişebilecek eşi benzeri bulunmayan büyüklükte özel bir ağaç tasarlayabileceğimizi öneren, Britanya doğumlu fizikçi Freeman Dyson tarafından ortaya atılmıştı. [Bu ağaç] organik karlara dikilecek ve yaprakları kıt güneş ışığından yeteri kadarını toplayabilsin diye muazzam ölçüde büyüyecekti. [Bunun için] ısı yalıtımı, gazların hiçbir şekilde bitişik boşluğa kaçmaması ve benzeri dahil çeşitli gerekliliklerin yerine getirilmesi şarttır. Düşük kütle çekimi nedeniyle

Orman Kaplı Kuyruklu Yıldızlar

Size Galaksinin hayatın yurdu olduğu iyimser bir görünümünü arz ediyorum. Orada canlı hücrelerin temel bileşenleriyle yani, bol bol su, karbon ve nitrojenle donanmış hesaba gelmez milyonlarca kuyruklu yıldız var. Güneşe yakın bulunduklarında varoluşumuz için gerekli ortak öğelerin tamamını içerdiklerini görürüz. İnsan yerleşmesiyle ilgili elzem gerekliliklerden sadece ikisinden yani, sıcaklık ve havadan yoksundurlar. Şimdi biyolojik mühendislik imdadımıza koşacak. Kuyruklu yıldızlarda ağaç yetiştirmeyi öğreneceğiz... 10 mil çapındaki bir kuyruklu yıldızda ağaçlar yüzlerce mil büyüyebilir, kuyruklu yıldızın kendi alanının binlerce misli bir alandan güneş ışığı enerjisi toplayabilir. Çok uzaktan bakıldığında, kuyruklu yıldız muazzam gövdeler ve yapraklar süren küçük bir patates gibi görünecektir. Yaşamak amacıyla kuyruklu yıldız üstüne insan geldiğinde, kendini ağaçlarda gezen atalarının hayat tarzına dönmüş halde bulacaktır. Kuyruklu yıldızlara sadece ağaçları değil, kendimize Yer’de bir zamanlar mevcut bulunan kadar güzel bir ortam yaratmak için çok çeşitli başka flora [biten] ve faunayı [hayvanı] da getireceğiz. Belki de bitkilerimize uzay okyanusunun bir başından bir başına yelken açıp henüz insanın ayak basmadığı kuyruklu yıldızlarda hayatı yayacak tohumlar üretmeyi öğreteceğiz.

-FREEMAN DYSON, “THE WORLD, THE FLESH, AND THE DEVIL”, LONDRA’DAKİ BIRKBECK COLLEGE’DA DÜZENLENEN ÜÇÜNCÜ J. D. BERNAL KONFERANSI. *COMMUNICATION WITH EXTRATERRESTRIAL INTELLIGENCE (CETI)* [“DÜNYA DIŞI ZEKÂ YLA İLETİŞİM”] ADLI ESERDE YENİDEN BASILMIŞTIR, DER. C. SAGAN, MIT PRESS, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS, 1973

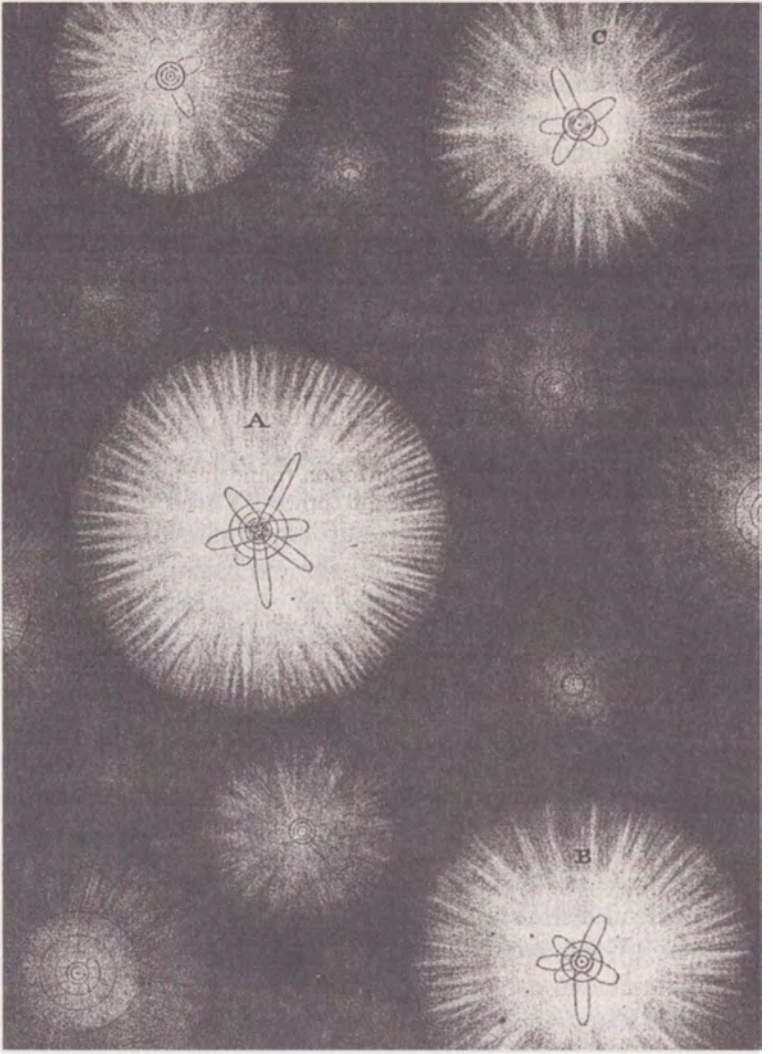
ağaçların büyümesi ağırlıklarıyla sınırlı değildir ve Dyson zihninde filizlendikleri kuyruklu yıldızlardan daha büyük ormanlar canlandırmaktadır (bkz. Şekil XVI). Fotosentez sürecinde meydana çıkan oksijen “köklere kadar taşınacak ve insanların yaşayacağı ve huzur buldukları ağaç gövdeleri arasındaki bölgeye salınacaktır” “cak” biraz iyimser bir ifade gibi gelmektedir ama öneriyle ilgili hiçbir şey imkânsızmış sanısı yaratmamaktadır. Gene de Güneş’ten bu kadar çok uzakta –örneğin, Oort Bulutu-

nun içinde– böylesi önlemler fayda vermeyecektir; Güneş orada gerçekten haddinden fazla sönüktür ve biyolojik döngünün çalışması ve yeri aşağı yukarı sıcak tutmak için füzyon reaktörü gibi bir şeye ihtiyaç duyulacaktır.

Tecrit [ayrıklama] türselliği teşvik eder. Bu biyolojinin yanı sıra toplumsal ilişkilerin de bir yasasıdır. Uzak gelecekte, her biri taş çatlasa birkaç yüz insanı barındıran, milyonlarca kuyruklu yıldızın iskân edildiği bir devri gözünüzün önüne getirin. Oort Bulutunun içinde, ışık hızında yol alan bir radyo mesajının koloni kurulmuş bir kuyruklu yıldızdan ötekine ulaşması aşağı yukarı bir gün sürer. Bu bir yığın dünya arasında kültürel homojenliği [biryapımlılık] korumaya yetebilir ama kısa zaman aralıklarıyla yapılan ziyaretlerin olmayışı kültürel ve davranışsal normların yavaş yavaş ayrı düşmesine, sosyal, politik, ekonomik, dini ve diğer görüşlerinse muazzam ölçüde çeşitlenmesine –ihtimal ki insan türüne büyük yararı dokunacak bir gelişmeye– imkân verecektir. Gerçi, bunun maliyetini karşılayabilecek kadar zengin yegâne kuruluşların yani münferit ulus devletlerin payına, bu sayede ne düşeceğini görmek zordur ve ulus devletlerin türün esenliği yerine kendi kısa vadeli çıkarlarını tercih etme

Yaradan'ın bu kadar çok sayıda muhteşem cismi meydana getirmekteki başlıca maksatlarından birinin, onların zeki varlıkların yaşam alanı vazifesini görmesi içindir diye idrak ediyorum... Bu fikir kabul edilirse, o halde bir kuyruklu yıldızın yaklaşmasını bir dehşet nesnesi veya kötülük habercisi olarak değil, bizimkinden farklı yapılanmış, milyonlarca mutlu varlığı İlahi imparatorluğun yeni bir bölgesini incelemeye taşıyan, muhteşem bir dünya olarak tasavvur etmeliyiz...

–THOMAS DICK, *THE SIDEREAL HEAVENS AND OTHER SUBJECTS CONNECTED WITH ASTRONOMY, AS ILLUSTRATIVE OF THE CHARACTER OF THE DEITY AND OF AN INFINITY OF WORLDS* [“TANRININ NİTELİĞİNİ VE DÜNYALARIN SONSUZLUĞUNU GÖSTEREN, ASTRAL SEMA VE ASTRONOMİYLE İLGİLİ DİĞER KONULAR”], PHILADELPHIA, 1850



96. Thomas Wright'ın kuyrukluyıldız yörünge rozetleriyle çevrelenmiş sayılamayacak kadar çok güneş tasavvuru. An Original Theory of the Universe ["Evren Üzerine Özgün Bir Teori"] adlı eserinden (1750). Michael A. Hoskin'in müsaadesiyle.

bakımından dosyaları kabarıktır. Bu yüzden, insan türünün çoğunun kuyrukluyıldızlara yayılmış bulunacağı zaman, bu

veya başka nedenlerle, çok uzaktır. Ancak uzun vadede, uzay teknolojisi gelişmeye devam ederse, yüzey alanının, suyun ve organik maddenin olduğu yere gideceğiz: Kuyrukluysıldızlara.

Uzak gelecekte, sadece civardaki bütün küçük dünyalara değil Oort Bulutundaki bazı kuyrukluysıldızlara da yerleşirsek, peş peşe atılan ağır adımlarla, en yakındaki yıldızla aramızdaki mesafenin yarısını da katetmiş olacağız. Oradan Galaksinin geri kalanına doğru doğal bir ilerleyiş söz konusudur. Oort Bulutuna yerleşildiğinde, Galaksinin kolonizasyonu kendi kendine gerçekleşecektir. Münferit kuyrukluysıldızlar o kadar gevşek bir şekilde bağlıdır ki gelip geçen yıldızların yol açtığı rastlantı eseri kütle çekimsel tedirginlikler onların pek çoğunu Güneş'in boyunduruğundan kurtarır (11. ve 16. Kısım); böylece her biri yıldızlararası uzayda bir başına döne döne ilerler. Uzak gelecekte, Oort Bulutundaki palamarı kopan meskün kuyrukluysıldızlar Güneş'in kütle çekiminden kurtulup, hiç değilse Galaksinin en yakın bölgelerine insan tohumları ekmeye başlayacaktır.

Halihazırda, meydana gelişinden bu yana Oort Bulutundan kırk veya elli Yer kütlesi kadar kuyrukluysıldız maddesi dışarı atılmış gibi gözükmemektedir. Muhtemelen Jüpiter'le Satürn'ün civarı pek çok küçük buzlu dünyayla doluyken (12. Kısım), güneş sisteminin gezegenlere ait bölümünden çok daha büyük miktarda kütle püskürtülmüştür. Bu kütle miktarıyla ilgili tahminler yüzden bin Yer kütlesine kadar değişmektedir. Başlangıçta çevremizde türeyen bütün bu madde, şimdi uzay boyunca yıldızlar arasında uçuşmakta, milyarlarca yıl süresince gelip geçen kozmik cisimler tarafından rastgele tedirgin edilmekte ve Samanyolu'nun büyükçe bir bölgesinin bir başından bir başına dağılıncaya kadar da yayılmaktadır.⁹⁴ Ne var ki şu zamana dek, bildiğimiz kadarıyla, bütün bu kuyrukluysıldızlar ıssız kalmıştır.

Gezimesi Güneş'in kütle çekim etkisinin dışında meydana gelen bir kuyrukluysıldız asla gözlenmemiştir. Her halükârda, bu tür kuyrukluysıldızların önünde sonunda görülmesi kaçınılmazdır. Vardığımız sonuca göre, sistemimizde birçok kuyrukluysıldız Güneş veya büyük gezegenlerin yakınından geçtikten sonra yıl-

94. Bazen biri şöyle bir başka bir gezegenler dizgesinin iç bölgelerine girip uzaylı göklerinin bir başından bir başına, muhtemelen bizden çok farklı yaratıklarda korkuyla merakın karışımı duygular uyandırarak, şimşek gibi geçebilir.

dızlararası uzaya püskürtülmüştür. Özellikle civardaki yıldızların çevresindeki döküntü halkalarının keşfiyle birlikte (12. Kısım), gökyüzündeki birçok –belki de çoğu– yıldızın benzer şekilde, keza yıldızlararası uzaya salgılanan, kuyruklyıldız bulutlarıyla sarmalandığını düşünmek akla uygundur.⁹⁵

Anlaşıldığına göre, diğer yıldızların çevresinde kuyruklyıldızlar bulunduğunu ilk aklının ucundan geçiren Newton'du:

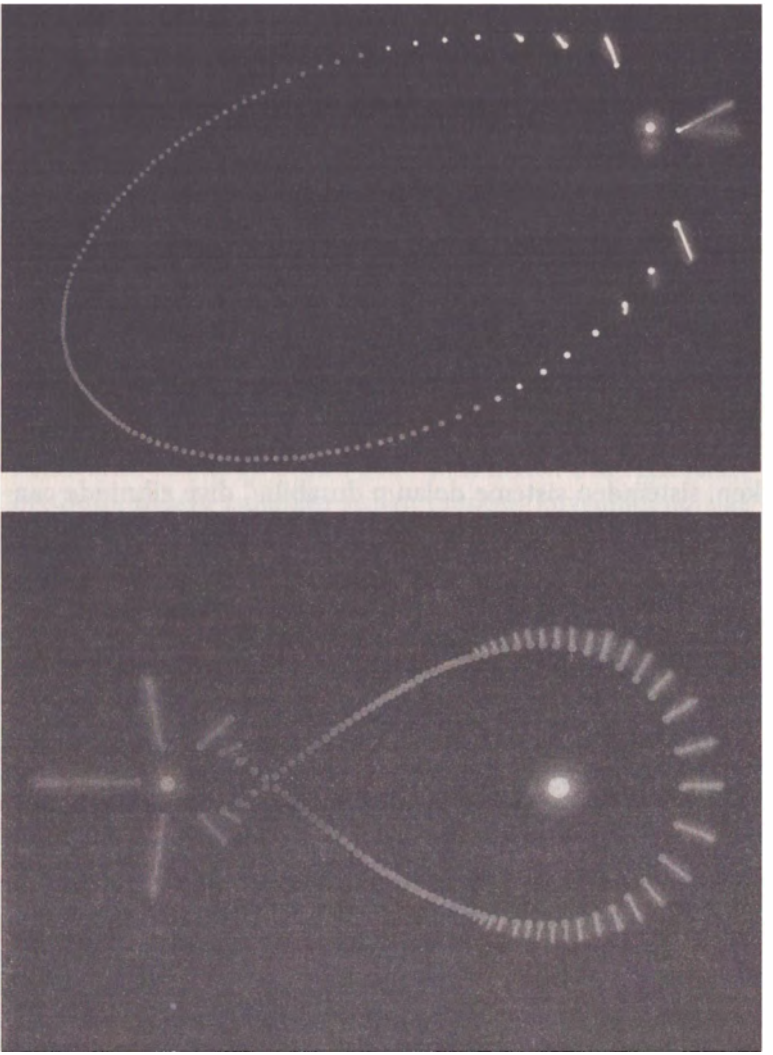
Bu çok güzel güneş, gezegenler ve kuyruklyıldızlar sistemi sadece zeki ve kudretli bir Varlık'ın tasavvur ve hükmünden ileri gelebilir. Sabit yıldızlar diğer benzer sistemlerin merkezleriye, benzer akıl tasavvurla meydana getirilen bunlar, tamamiyle O'nun hâkimiyetine tabi olmalıdır.

Laplace kuyruklyıldızlar “hiperbolik yörüngelerde yol alırken, sistemden sisteme dolanıp durabilir” diye zihninde canlandırmıştı. Ama uzay epey boştur ve yıldızlar birbirinden çok uzaktadır. Samanyolu'ndaki her yıldız bizimki gibi bir Oort Bulutuna ve kuyruklyıldız salgı oranına sahip bulunsaydı, gerçek yıldızlararası kuyruklyıldızlar ortalama yüzlerce yılda bir burada ortaya çıkardı. Astronomlar sabırsızlıkla beklemektedirler.

Zaman geçtikçe, Samanyolu gitgide daha fazla yıldızlararası kuyruklyıldız edinir. Samanyolu'ndaki her yıldız her 4,5 milyar yılda bir bizimki gibi bin Yer kütlesi kadar kuyruklyıldız yıldızlararası uzaya salgılsa, o zaman yıldızlar arasındaki uzayda fark edilmeden kuyruklyıldız halinde dolanan yüz milyon güneşin eşdeğeri bir kütle olmalıdır. Bu muazzam bir kütleyi temsil etmekle birlikte, Samanyolu'nun kendi kütlesinin binde birinden çok daha azdır.

Galaksiyi dolduran bir yığın kuyruklyıldız varmış gibi görünmektedir. Kuyruklyıldızlar muhtemelen her proto-yıldızın çevresindeki akresyon diskinde meydana gelir. Güneş sisteminin durumu tipikse, her yıldız yıldızlararası uzaya –esasen bulutsu aşamasındayken– aşağı yukarı bir trilyon kuyruklyıldız

95. Cornell Üniversitesi'nde görevli astrofizikçiler Martin Harwit ve E. E. Salpeter, uydu gözlemevlerinden gözlenen, göksel gama ışını patlamalarına kuyruklyıldızların nötron yıldızlarıyla çarpışmalarının yol açtığını ileri sürmüşlerdir. Bu doğruysa, kuyruklyıldızlar birçok yıldız çevreliyor olmalıdır çünkü bu hâlâ açıklanamayan patlamalar gökyüzünün her tarafında meydana gelmektedir.



97. Üstte. Bir kuyruklu yıldız, kırmızı ve mavi bileşen yıldızlardan meydana gelen bir çift yıldız sisteminin yörüngesinde dönmektedir. Kuyrukların uzunluğu, rengi ve çokluğu yörüngedeki konumuna göre değişmektedir. Altta. Bir kuyruklu yıldız birbirinden ayrı düşmüş bir çift yıldız çevresinde sekiz çizerek dönmektedir. Kuyruklar gene çeşitli yörünge konumlarına göre gösterilmiştir. Diyagramlar: Jon Lomberg/BPS.

salgılayacaktır. Kuyruklu yıldız salgısı yıldızın ömrü boyunca azar azar devam edecektir. Her biri aşağı yukarı birkaç trilyon kuyruklu yıldız salgılamış birkaç yüz milyar yıldız varsa, Galaksideki yıldızlararası kuyruklu yıldızların sayısı 10^{24} 'tür (veya 1.000.000.000.000.000.000.000.000'dir) yani, evrendeki yıldızların sayısından fazladır. (Muhtemelen yıldızlara bağlı kuyruklu yıldız sayısı bundan da büyüktür.) Şimdiye kadar galaksinin sarmal kollarının içine ve arasına tamamen gelişigüzel dağılmış bir sürü yıldızlararası kuyruklu yıldız olmalıdır. Aralarındaki ortalama mesafe, yıldızlardan uzaktayken bile, büyük ihtimalle dış Oort Bulutundaki kuyruklu yıldızları birbirinden ayıran mesafe gibi, birkaç on Gök Birimidir.

O halde Galaksiyi, içinde daha masif ama daha seyrek yıldızlararası bulutların, yıldızların ve gezegence yoldaşlarının gömük bulunduğu, uçsuz bucaksız bir yassılmış kuyruklu yıldız diski olarak zihnimizde canlandırabiliriz. Kuyruklu yıldızların yoğunluğu yıldızların civarında daha fazladır. Onun için Galakside bir kuyruklu yıldızdan bugün Yer'in hanidir ziyaret ettiğimiz gezegenlerle arasındaki mesafesinden daha uzak bir yer olmayacaktır. Bildiğimiz kadarıyla, ileri uygarlıklar Galaksiyi bir tür yıldızlararası ekspresle bir hamlede katedebilirler. Bununla birlikte, kuyruklu yıldızlar bizimki gibi gelişmemiş uygarlıklara, birkaç yıl boyunca tekleyerek giden, bir kuyruklu yıldızda duran, keşfeden, yenilenen ve gıcırdayarak bir sonraki kuyruklu yıldız için yola çıkan bir *Toonerville*⁹⁶ Varagelesi bina etme imkânı verir. Temel sorun civardaki yıldızlararası kuyruklu yıldızları bulmak ve kataloglamaktır.

Güneş'in Oort Bulutundaki kuyruklu yıldızlarla diğer yıldızların kuyruklu yıldız bulutları birleşip iç içe dahi girebilir. Yıldızların kendileri birbirine yeterince yakınsa, sırayla bu iki farklı yıldız bağlanıp sekiz çizen yörüngelere sahip kuyruklu yıldızlar bile olabilir. Öyleyse kuyruklu yıldızlar –*Tom Amca'nın Kulübesi*'ndeki Liza'nın köpüren nehirde karşıdan karşıya geçmesine el veren yüzen buz kütleleri gibi– herhangi bir yere yol almanın atlama tahtalarıdır.

96. *Toonerville Folks* adlı 1908'le 1955 arasında dizi halinde yayımlanan bir gazete karikatürüne gönderme. (ç.n.)

Kuyruklu yıldızların kolonizasyonu gerçekleşmese bile, bir gün trans-Plüton alanları keşif için yola koyulacağız ve kuyruklu yıldızlarda yakıt ikmali yapmak bir anlam ifade edecek. Onlar hâlâ yıldızlara erişmenin atlama tahtaları olacaklar. Belki önünde sonunda bizzat kuyruklu yıldızlar diğer yıldız sistemlerine dümen kıran, yeni bir yıldızla yaklaşıp uyuyan kuyruklu yıldız ormanı çoktan unutulmuş güneş ışığına uyanıncaya kadar aşağı yukarı binlerce nesil boyu yol alacak birer uzay araçlarına dönüştürülecek. Bu ihtimal on sekizinci yüzyılda yazan Alman astronom J. H. Lambert'in kısaca tarif ettiği imgeyi akla getirmektedir:

Bu yüzden belli bir sisteme bağlı olmayan, bir dünyadan ötekine ser-seri mayın gibi dolaşp, evreni turlayan kuyruklu yıldızlara bütün [sistemlere] mahsus [cisimler] gözüyle bakabiliriz... Zihnimde o seyyar küreleri halkları astronomlardan müteşekkilmış gibi canlandırmaya bayılıyorum, [üstelik] bizim üzerinde küçük çapta kafa yordüğümüz doğayı alabildiğine dikkatle izlemeye kesin niyetli astronomlardan... Yıllarının bir güneşten ötekine izledikleri rotanın uzunluğuyla ölçüleceğini varsayabiliriz. Yolculuklarının ortasında kış bastırır; her günberi geçişi yazın dönüşüdür; her yeni bir dünyayla tanışmaları baharın canlanmasıdır ve ayrılış dönemleri sonbaharlarının başlangıcıdır.

Ancak bu hikâyede özellikle insani hiçbir şey yoktur, koloni kurma dürtüsü bile. Kuyruklu yıldızların her yıldızı bir karahindiba⁹⁷ [çiçeğine] dönüştürdüğünü tasavvur edebiliriz. Düzenli aralıklarla veya fasıllı olarak, bazı tohumlar başıboş kalıp yerel canlı türlerini Galaksinin içine taşır. Kimi zaman bir tohum kendi başına buyruk yol alır. Açık ki, önünde sonunda, bütün teknolojik uygarlıkların kendi kendilerini mahvetmeye yönelik şaşmaz bir dürtüsü yoksa, genişleyen meskûn kuyruklu yıldız bulutları yıldızlararası uzayın bir yerinde birbiriyle rastlayacaktır. Oort Bulutu keşiflerimiz sırasında üstünde apaçık bir uzaylı teknolojisinin [izleri] bulunan başıboş bir nesneyi ortaya çıkaracağız?

97. Karahindibanın kömeç şeklindeki çiçekleri tohumlarını taşıyan beyaz tüy toplarına dönüşür. Her biri tek bir tohum içeren, bir ucu tüylü meyveleri bir aradayken –Oort Bulutunun çevrelediği güneş sistemine benzer– küremsi bir görünüm sergiler. Meyve kapçıkları en hafif rüzgârda bile uçup çevreye dağılır. (ç.n.)

Dedi ki, “İnsanlarımızın Dünyevi konulara ilgilerini hepten kaybetmelerine izin vermemeliyiz. Onlar hâlâ Yer’in çocukları. Birgün Yer’e dönecekler ama hiçbir zaman dönmeseler bile, onları sevgili yaşlı ana dünyamıza en azından bellek ve hoş anılarla bağlayabiliriz.”

–JULES VERNE, *HECTOR SERVADAC*
[GÜNEŞ SİSTEMİ’NDE SEYAHAT], 1878

Burasıyla en yakın yıldız arasında dikkat dağıtıcı binbir kuyruklu yıldız vardır. İhtimal ki, bazıları yüzlerce hatta binlerce kilometre genişliğinde, hatırı sayılır dünyalardır. Komşu yıldızlar arasındaki boşluğu dolduran yüz trilyon kuyruklu yıldız mevcutsa, herhangi bir ileri uygarlık dışı doğru çok yavaş yayılır. Güneş sistemimizde muhtemelen bu nedenle uzaylı ziyaretçilerle ilgili bir kanıt bulamadık: Galaksi haddinden fazla ilginç ve henüz bizi keşfetmediler.

Gün insan türünün kuyruklu yıldızlara ilk tarihi yolculuklarını yaptığı gün. Her nevi kuyruklu yıldız, nihayetinde Güneş’ten son derece uzaklara uzanılan daha girift uçuşlar da gerçekleşecek. Birgün – büyük bir ihtimalle gelecek yüzyıl– bu uzay gemileri insanlardan meydana gelen mürettebatı taşıyacak. Kuyruklu yıldızlarda yaşayacağımız gibi, roket motorları ve Newton Yasalarının yardımıyla kuyruklu yıldızları sevk de edeceğiz. Böyle bir gün gelirse, !Khung halkının –kuyruklu yıldız alametlerine iyicil gözüyle bakan biricik kültürün– akla getirdiği inancı tamamiyle haklı çıkaracağız. !Khung dilinde kuyruklu yıldızlar “Büyük Kaptanların Yıldızlarıdır”.

20. kısım

bir toz tanesi

1577’de, o yılın kuyruklu yıldızı hakkında çok şey duymuş ve onu seyretmek için annem tarafından yüksekçe bir yere götürülmüştüm.

–ALTI YAŞINDAYKEN CEREYAN EDEN BİR HADİSEYİ HATIRLAYAN
JOHANNES KEPLER

Her şeyi kapsayan bir bütün olarak tasavvur edildiğinde, astronomi insan zihninin en güzel anıtıdır; zekâsının en soylu kayıdıdır. Duyularının [yarattığı] yanılsama ve kendine [duyduğu] hayranlıkla baştan çıkan insan, uzun bir süre, kendini gök cisimlerinin hareketinin merkezi addetmiş ve kibri [gök cisimlerinin] saçtığı beyhude dehşetlerin cezasını layıkıyla çekmişti. Nice çağın emeği en sonunda sistemi gizleyen örtüyü kaldırmıştır. İnsan, kendisi de uzayın enginliği içinde belli belirsiz bir nokta halindeki uçsuz bucaksız güneş sisteminde, neredeyse fark edilmeyen küçük bir gezegenin üstünde boy gösterir. Bu keşfin yol açtığı şaşırtıcı sonuçlar kâinatta ona ayrılan bu sınırlı yer için teselli bulmasına yarayabilir.

–LAPLACE MARKİSİ PIERRE-SIMON, EXPOSITION DU SYSTÈME DU MONDE [DÜNYA SİSTEMİNİN AÇIKLANMASI], 1. BÖLÜM, 6. KISIM, 1796

Kuyruklu yıldızlar Yer’deki hayatın yaratıcıları, koruyucuları ve yıkıcıları rollerini oynayabilir. Ölümden kurtulan bir dinazorun onlara güvenmemesi boşuna değildir ama insanların kuyruklu yıldızları daha olumlu bir bakış açısıyla –Yer’e hayat maddesinin gelmesini sağlayanlar, okyanus meydana getirenler, rekabeti ortadan kaldırıp memeli atalarımızın başarısını mümkün kılan aracı, türümüzün gelecekteki muhtemel ileri karakolları ve büyük patlamalarla Yer’in ikliminin vakitli anımsatıcıları diye– hesaba katmaları daha isabetli olabilir.

Halley KuyrukluYıldızının Otuz İki Günberi Geçişi

M� 239	30 Mart
M� 163	5 Ekim
M� 86	2 Ağustos
M� 11	5 Ekim
66	26 Ocak
141	20 Mart
218	17 Mayıs
295	20 Nisan
374	16 Şubat
451	24 Haziran
530	25 Eylül
607	13 Mart
684	28 Eylül
760	22 Mayıs
837	27 Şubat
912	9 Temmuz
989	9 Eylül
1066	23 Mart
1145	22 Nisan
1222	1 Ekim
1301	23 Ekim
1378	9 Kasım
1456	9 Haziran
1531	25 Ağustos
1607	27 Ekim
1682	15 Eylül
1759	13 Mart
1835	16 Kasım
1910	20 Nisan
1986	9 Şubat
2061	28 Temmuz
2134	27 Mart

Sıralanan bütün tezah rl r (elbette son ikisi dışında) Yer'in astronomları tarafından kaydedilmiştir.

Bir kuyrukluyıldız aynı zamanda bilinen evrenin bir hayli büyük bir bölümünü meydana getiren buz gibi yıldızlararası gecedan gelen bir ziyaretçidir. Bir kuyrukluyıldız bundan başka, her bir günberi geçişinde onlarca yılı veya jeolojik çağı işaretleyerek, Newton evreninin güzelliğiyle uyumunu ve uzayla zamandaki yerimizin göz korkutucu önemsizliğini hatırlatan müthiş bir saattir. Tesadüf eseri, parlak bir kuyrukluyıldızın devri her ne hikmetse bir insan ömrüyle aynıysa, ona daha kişisel bir önem atfederiz. Bize faniliğimizi hatırlatır:

Yeni yüzyılın yüzlerce diğer küçük oğlan çocuğu gibi, boşluğun son hızla ilerleyen özel elçisini görmem için babam da beni soğuk ve yapraksız bir baharın kavakları altında kollarıyla havaya kaldırmıştı. Babam bana o zaman ilk ve en kıymetli anılarımdan biri olan bir şey söylemişti. Gözlerimi gece yarısı gösterimine diktirerek, usulcacık “Saçın başın ağaracak kadar yaşarsan” demişti, “onu tekrar görürsün. 75 yıl zarfında geri gelecek. Unutma” diye kulağıma fısıldayarak, “ben göçmüş olacağım ama sen göreceksin. O sürenin tamamında karanlıkta yol alacak” –elini ovaların mavi ufkuna doğru uzatarak– “ancak oralarda bir yerden, çok uzaklardan geriye dönecek. Milyonlarca mil boyunca parıldayarak ilerliyor.”

Babamın boynunu daha bir sıkı kavramış ve gök kubbeye hiçbir şey anlamadan boş boş bakmıştım. Bir defa daha kulağımın dibinde ve sadece ikimizin duyacağı şekilde konuşmuştu. “Unutma, yapman gereken dikkat etmek ve beklemekten ibaret. Yetmiş sekiz veya yetmiş dokuz yaşında olursun. Sanırım onu görecektir kadar yaşarsın – benim için” diye mizacının parçası önsezisiyle azıcık hüzünlü hüzünlü fısıldamıştı.⁹⁸

Halley Kuyrukluyıldızı çağımızın biricik kuyrukluyıldızıdır. Nesilleri bitişiren, arasında mekik dokuduğu geçmişle gelecek çağları ilmekleyen, bizi geçmişimiz ve geleceğimizden ayrı ömür sürdüğümüze dair gaflet uykusundan uyandıran, insan türünün zaman köprüsü, parlak, dönemsel, bazen muhteşem bir kuyrukluyıldızdır. Halley Kuyrukluyıldızını –Edmond Halley’nin Mary Tooke’la evlendikten sonraki ilk yaz gördüğü aynı kuyrukluyıldızı⁹⁹– görmek için muhtemelen büyükbabanız ve

98. Loren Eiseley, *The Invisible Pyramid* (New York, 1970). Loren Eiseley keşke onu görecektir kadar yaşasaydı.

99. Ya da hemen hemen aynı kuyrukluyıldız: Çekirdek 1682’deki günberi geçişinden bu yana bir hayli metre buz kaybetmiştir.

büyükanneniz 1910'da gözlerini yukarı dikmişti, torunlarınız da 2061'de pekâlâ gözlerini yukarı dikebilir ve belki kendiniz de 1986'da gözlerinizi yukarı dikmiştiniz. Bu Çinlilerin teza-hürünü MÖ 239 kadar eski bir tarihte dikkatlice kaydettikleri, neredeyse aynı kuyruklu yıldızdır. Tabletlerde, ipekte, bambu kâğıtta, parşömente, gazete kâğıdında ve bilgisayar disklerinde tasvir edilmiştir. Bu avcı-toplayıcı !Khung halkını neşelendiren ve başka herkesi, en azından binyıldan beri yeryüzünde geniş alanlara yayılmış bütün kültürlerin mensuplarını korkutan kuyruklu yıldızdır. Bu kuyruklu yıldızı diğer birçok kimseyle paylaşıyoruz.



98. Halley Kuyruklu Yıldızının MÖ 164'teki tezahürünün çivi yazısıyla tasvir edildiği, Geç Babil tableti. Bu sistemli bir astronomik ve astrolojik Babil el kitabının parçasıdır ve kısmen [çözülen metinde] şöyle yazılıdır: "Daha önce doğuda Pleiades [Ülker] ve Taurus [Boğa] [takımyıldızları] bölgesindeki Anu'nun yolunda beliren kuyruklu yıldız, batıya doğru... seyrine Ea'nın yolundan devam etti." British Museum müzesini müsaadeleriyle.

Bir kuyrukluyıldız gökyüzünü ne zaman süpürecek
Bu melun liderlerin yakasına yapışıp ellerini kollarını bağlayacak?
-DU FU (MS 712-770) TARAFINDAN YAZILAN, *AUTUMN DAYS IN THE
STATE OF K'UEI* ["GUIZHOU YÖNETİM BÖLGESİNDE SONBAHAR
GÜNLERİ"] ADLI ŞİİRDEN ÇİNCE DEN İNGİLİZCEYE HEATHER SMITH
VE XIE YONG TARAFINDAN ÇEVİRİLMİŞTİR

Halley Kuyrukluyıldızın tezahürlerinden biri 760'ta vuku bulmuş ve Çin kroniklerinde kayda geçirilmişti.

Yaklaşık bir milyon yıl önce, atalarımız insangiller daha vahşi hayvanları avlarken ve bir ev yapmayı yeni yeni çözerken, gelip geçen bir yıldız kütle çekimiyle Güneş'i sarmalayan kuyruklu-yıldız bulutunu hafifçe dalgalandırmış ve el değmemiş küçük bir buz dünyası hızla Güneş'e doğru yol almıştı. On veya yirmi bin yıl önce, atalarımız Wisconsin Buzul Katıyla cebelleşirken, kuyrukluyıldız sonunda güneş sisteminin gezegenlere ait bölgesine varıp, büyük gezegenlerden biriyle burun buruna gelmiş ve halihazırdaki -onu 76 yılda bir Venüs'ten daha fazla Güneş'e yaklaştıran [sonra da] Neptün'den daha fazla Güneş'ten uzaklaştıran- yörüngesine doğru yön değiştirmeye başlamıştı. Bu kuyrukluyıldız, son on bin yıldır, yaklaşık 76 yılda bir, hızla geçip gitmiş, Yer'in sakinlerini büyülemiş ve ardından karanlıklara karışmıştır.

Bu harikulade cismi gören herkesin onu aynı keyif ve merak duygusuyla -insanın neredeyse hürmet diyeceği bir duyguyla- yani, ortalama astronom bu güzel ve esrarengiz cismin harikulade ışık akımını gökyüzünün bir başından bir başına yaydığını gözlerken ne hissettiyse, öyle algıladığını bilmek [beni] çok memnun ederdi.

-DEVİRİN SEÇKİN GÖZLEMCİ ASTRONOMU, E. E. BARNARD, HALLEY KUYRUKLUYILDIZININ TEZAHÜRÜ ÜZERİNE

Yetmiş beş yıl birkaç veya daha az kuşak demektir ve bu nedenle Halley KuyrukluYıldızı insanlığın ilerleyiş veya gerileyişine ritim tutan bir tür metronomdur. 1910'daki tezahürü uçağın icadından sonraki ilk ve nükleer silahlardan önceki son ortaya çıkışıydı. Son zamanlarda kendi kendimizi mahvetmenin zeminini hazırladık ve Halley KuyrukluYıldızı bir daha yani Temmuz 2061'de Yer'in yakınından geçtiğinde kaç insan kalacağı gibi ciddi bir mesele vardır.

Yüz yüze bulunduğumuz tehlikeler gezegenin artık başlamış olan –dil, kültür, bilim ve ticaret açısından– çetrefil birleşme sürecinin parçasıdır. İkisinin de itici gücü özdeş teknolojik ilerlemedir: Bu kritik ve hassas devir nükleer silahların kullanılabilirliğiyle çakışmaktadır. Halihazırdaki değişim hızıyla insan türünün dönüm noktasına –Soğuk Savaş'ın sona ermesine rağmen– bugünle 2061 arasındaki dönemde ulaşılması mümkün gibi görünmektedir.

O zamana kadar sağ kalırsak, Halley KuyrukluYıldızının bir sonraki tezahürüne geçişimiz nispeten kolay olacaktır. Günberi geçişi kuyrukluYıldızın Yer'le alışılmadık ölçüde yakın bir mesafede rastlaşacağı Mart 2134'te gerçekleşecektir. 0,09 GB veya 14 milyon kilometre, 1910 rastlaşmasındaki uzaklığın yarısından daha az bir mesafe kadar yakına gelecektir. O zaman en parlak yıldızdan daha fazla parlayacaktır. Ancak birileri bulunursa, 2061 ve 2134 yılları acil zorunluluk gereği aklını başına toplamaya mecbur kalan bir türü cesareti, zekâsı ve ortak amacı için kutlanmalıdır.

Herkesin bildiği gibi, her birimizin içinde çekişen –anlamaya, yaratıcılığa ve gelişmeye yönelik ayrıca şovenizme, şiddete ve korkuya yönelik– eğilimler mücadele eder. Dünyanın kaderinin bağlı bulunduğu bir toz tanesi bile bu mücadeleyi sergiler. Önünüzdeki havada dans eden belirli bir madde zerresini zihninizde canlandırın: Belki milyarlarca yıl önce Samanyolu Galaksisinin öbür tarafındaki bir yıldız tarafından salgılanan maddeden meydana gelmiştir; çok uzun bir zaman boyunca yıldızlararası karanlıkta başıboş dolaşmıştır; yaklaşık bir milyar yıl önce varlık kazanma sürecindeki güneş bulutsusunun içine katılmıştır; sonuçta trilyonlarca kuyrukluYıldızdan birini şekillendiren, muhtemelen Uranüs'le Neptün civarında yer alan kozmik madde topağındaki benzer tanelere yapışıp kalmıştır; Oort Bulutuna

püskürtülmüştür; tedirgin edilip, birkaç bin yıl önce iç güneş sistemine varmıştır; hâlâ bir buz parçacığının içinde hapsolmuş halde kuyruklu yıldız kuyruğuna savrulmuştur; gezegenler arası uzayda bir mikro-gezegen olarak başıboş dolaşmıştır; Yer birkaç yıl önce tesadüfen yolunu kesmiştir; Yer'in atmosferi boyunca usulca çökmüştür ve şimdi havada bir aşağı bir yukarı sallanmakta, bir güneş ışını onu aydınlatmakta ve destansı kozmik yolculuğuna dair hiçbir ipucu vermemektedir.

Şimdi benzer bir geçmişe sahip biraz daha büyükçe bir başka toz tanesini gözünüzün önüne getirin: Yer'in atmosferine şimşek gibi girer, kendisi molekül ve atomlara indirgenirken, çevresindeki havayı iyonlaştırır. Bu madde kırıntısı bir meteor izi meydana getirir, belki de aşağıdaki seyircilerin yüzlerindeki keyif ifadesinin eşliğinde bir an için parlak bir ışık saçır. Ama yeterince kafa yorarsanız, bir akanyıldızda bile dokunacak bir fayda bulursunuz. Bir meteorun şöyle bir bıraktığı iyon izi çok yüksek frekanslı (VHF) radyo dalgalarını yansıtır. Atmosferde herhangi bir anda muazzam sayıda –çoğu çıplak gözle görülemeyecek kadar sönük– meteor izi bulunmasından ötürü, bunlar topluca Yer'in etrafını saran, uygun radyo dalgalarının sekebileceği, bir tür yansıtıcı yüzey ortaya koyarlar. Her bir iyon izinin devam süresinin bir saniyeden az olması nedeniyle, mesajın çarçabuk gönderilmesi gerekir. Bu Meteor Saçılım İletişimi adı verilen yeni bir teknoloji alanına yol açmıştır.

Peki, elde tıkr tıkr işleyen iletişim araçları varken, herhangi biri neden bu tür yollara başvursun ki? Çünkü uydu-savar silahlar alıp yürüdüğünde, bir nükleer savaşın ilk zayıatları arasında iletişim uyduları bulunacaktır. Meteor Saçılım İletişimi bir nükleer savaşa karşı koyabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Kuyruklu yıldızlar işe koşulmuştur. Onlara öfkeli bir Tanrı'nın gönderdiği uyarılar gözüyle bakıldığından beri, kuyruklu yıldızların ilk defa pratik bir değeri vardır.

Halley Kuyruklu Yıldızıyla her rastlaşma umut ve korkuların ifade edilmesi için sebep yaratmıştır. Keza parlak düzensiz kuyruklu yıldızların tezahürü de. Bu vesileyle dua edilmesi neredeyse âdet haline gelmiştir. Bu yüzden Halley Kuyruklu Yıldızının ve Hale-Bopp'un bir sonraki tezahürleri için biz de kendi duamızı öneriyoruz: Çocuklarımızın bir geleceği olacaksa dikkatli bir

şekilde korunması elzem, kırılğan bir gezegende yaşıyoruz. Bizler akıl almaz ölçüde uçsuz bucaksız ve eski bir evrendeki bir toz tanesinden farksız bir dünyanın bir anlık muhafızlarıyız. O halde, başka her şeyden önce, bu tür ve bu gezegen için hareket etmeyi öğrenebilmeliyiz.

İşte o zaman, önümüzdeki sayısız gece, Yer'in göklerini süsleyecek kuyruklu yıldızların ihtişamına tanıklık edecek insanlar bulunacaktır.

{1680 Kuyruklu yıldız} Flamsteed ve Cassini tarafından kusursuz bir ustalıkla gözlenmişti: Bernoulli, Newton ve Halley'nin matematik bilimi dolanımlarının yasalarını inceledi. İhtimal ki onların hesaplamaları, iki bin üç yüz elli beş yılında {bir sonraki dönüşünde}, Sibiryaya veya Amerika'nın kırlarında gelecekte [kurulacak] bir başkentin astronomlarınca doğrulanacaktır.

—EDWARD GIBBON, *THE HISTORY OF THE DECLINE AND FALL OF THE ROMAN EMPIRE* [ROMA İMPARATORLUĞU'NUN GERİLEYİŞ VE ÇÖKÜŞ TARİHİ], 43. BÖLÜM, 1777

Amerikan Devrimi'nin arifesinde yazan Gibbon'ın Birleşik Devlet ve Rusya'nın o anki topraklarının bir gün astronomik keşiflerin merkezleri olacağını öngörmesi, kendisinin de hayli içtenlikle hayranlık duyduğu, kuyruklu yıldızların dönemsel dönüşlerini hesaplamak kadar etkileyicidir. Ama yirmi dördüncü yüzyıla girildiğinde, yeni astronomik öğrenme merkezleri Mars'ta yer alabilir –veya bizzat kuyruklu yıldızların üzerinde de.

Kuyruklu yıldızlar Güneş'e yaklaşır, birkaç yüz defa pırpırlar ve bir alevin çevresindeki pervaneler gibi ölür. Ancak onların uçsuz bucaksız bir yatağı güneş sisteminin kıyısında bekler. Kıtaların halihazırdaki yerleşim düzeni tanınmaz bir şekilde değiştiğinde, Yer genişleyen Güneş tarafından yutulduğunda, yıldızımız kocadığında, bu gezegenin kavrulmuş kalıntılarını hafifçe aydınlattığında—o zaman, o zaman bile, yıldızlararası karanlıktan henüz gelen genç kuyruklu yıldızlar müthiş günberi geçişlerini yaptıkça, gökler hâlâ ışıldayacaktır. Güneş sisteminin kalanı öldüğünde ve insanların torunları çoktan göç ettiklerinde veya tükendiklerinde, kuyruklu yıldızlar hâlâ burada bulunacaktır.



EL COMETA HALLEY

COMO UN AGENTE DEL INFINITO, LLEVA A LOS MAS APARTADOS HABITANTES DEL PAIS LA ENHORABUENA DE LA NATURALEZA EN EL CENTENARIO DE LA PATRIA

DEL MISMO MODO:

Nuestros catálogos - agentes de progreso - llevan a los más lejanos hogares la última palabra del ARTE y del CONFORT.

PIDANSE NUESTROS CATALOGOS DE MUEBLES

THOMPSON C. Pellegrini, 380 Buenos Aires.

How Will It Strike?

¶ That is the question you should apply to your printing. How will it strike those who see it? ¶ You can get printing that strikes them all favorably, and that means more profit for you. ¶ All you have to do is to call Phone 3236 and our representative will show you samples and quote prices that will strike you favorably.

The Lea-Mar Print Shop
37 East Spring Street COLUMBUS, OHIO



99. Küresel bir kültürel hadise olarak kuyrukluyıldız. Ruth S. Freitag'm müsaadesiyle, Library of Congress.





Hava soğuk ve parlaktı. Çamurlu, yarı karanlık caddelerin, siyah damların üstünde karanlık, yıldızlı bir gökyüzü vardı. Piyer, ruhunun bulunduğu yüksekliğe oranla yeryüzünün bereket dolu alçaklığını ancak gökyüzüne bakarak dengeliyordu. Arbat Meydanı'na gelince önünde karanlık ve yıldızlı gökyüzünden muhteşem bir manzara açıldı. Bu gökyüzünün hemen hemen ortasında Preçistenski Bulvarı'nın üstünde, her tarafına yıldızlar serpili, ama yeryüzüne hepsinden yakın, beyaz ışıklı kuyruğu yukarı kalkık, söylendiği gibi, korkular saçan ve dünyanın sonunu haber veren 1812 yılının o muhteşem parlak kuyrukluYıldızı duruyordu. Ama uzun ve ışıldayan kuyruğuyla bu parlak yıldız Piyer'de korku hissi uyandırmadı. Tersine, inanılmaz bir hızla, parabolik bir hat üzerinde ölçülmez mesafeler katederek, birden yere saplanan bir ok gibi, siyah gökyüzünde kendine seçtiği yere kakılıp duruyor, kuyruğunu hızlı hızlı kaldırıp ışıldıyor, titreyerek parıldayan öteki sayısız yıldız arasında kendi beyaz ışııyla oynayarak olduğu yerde duruyor gibi görünen bu ışıklı yıldız Piyer, yaşlı gözlerle, neşeyle bakıyordu. Piyer'e göre bu yıldız onun yeni bir hayata açılan yumuşamış, cesaretlenmiş ruhuna karşılık geliyordu.

LEV TOLSTOY, SAVAŞ VE BARIŞ [ÇEV. ZEKİ BAŞTIMAR VE NÂZİM HİKMET RAN, CAN YAYINLARI], İKİNCİ KİTAP, XXII

Aslında bu Büyük 1811 KuyrukluYıldızına yapılan bir göndermedir. 1812'nin başlarında hâlâ çıplak gözle görülebiliyordu ama güç bela. Oysa, 1811 sonbaharının sonlarında muhteşem bir cisimdi.

ekler

kuyrukluyıldız yörüngeleri
ve meteor yağmurları

ek 1
seçili uzun devirli
kuyrukluyıldızların
yörüngeleri

Kuyruklu yıldız	Adı	Günberide Uzaklığı (GB)
1811 I	Büyük Kuyruklu yıldız	1,035
1844 III	Büyük Kuyruklu yıldız	0,251
1858 VI	Donati	0,578
1861 II	Büyük Kuyruklu yıldız	0,822
1881 III	Büyük Kuyruklu yıldız	0,735
1882 II	Büyük Kuyruklu yıldız	0,008
1908 III	Morehouse	0,945
1910 I	Büyük Kuyruklu yıldız	0,129
1937 IV	Whipple	1,734
1943 I	Whipple-Fedtké-Tevzadze	1,354
1957 III	Arend-Roland	0,316
1957 V	Mrkos	0,355
1962 VIII	Humason	2,133
1965 VIII	İkeya-Seki	0,008
1969 IX	Tago-Sato-Kosaka	0,473
1973 XII	Kohoutek	0,142
1976 VI	West	3,277
1980b	Bowell	3,364

Bu uzun devirli kuyruklu yıldızların günberi geçişi sırasındaki uzaklıklarının Güneş'e çok yakından (0,008 GB) Jüpiter'le Mars arasındaki asteroit kuşağının ortasına kadar (1,4'ten 5 GB'ne kadar) değiştiğini dikkate alınız. Yer'deki gözlemciler tarafından bilinmeyen çok daha uzak günberilere sahip bir yığın uzun devirli kuyruklu yıldız olduğu muhakkaktır.

KAYNAK: B. Marsden ve E. Roemer, L. Wilkening'in (Der.) Comets adlı eserinin içinde, University of Arizona Press, 1982.

ek 2
seçili kısa devirli
kuyruklu yıldızların
yörüngeleri

<i>Dönemsel KuyrukluYıldız</i>	<i>Günberi Geçışı</i>	<i>Eğim Açısı (derece)</i>	<i>Günberi Uzaklığı (GB)</i>	<i>Dış Merkezliği</i>	<i>Devir Süresi (yıl)</i>
Oterma	Haz 1983	1,94	5,4709	0,2430	19,4
Crommelin	Şub 1984	29,1	0,7345	0,9192	27,4
Giacobini-Zinner	Eyl 1985	31,88	1,0282	0,7076	6,59
Halley	Şub 1986	162,23	0,5871	0,9673	76,0
Whipple	Haz 1986	9,94	3,0775	0,2606	8,49
Encke	Tem 1987	11,93	0,3317	0,8499	3,29
Borelly	Ara 1987	30,32	1,3567	0,6242	6,86
Tempel 2	Eyl 1988	12,43	1,3834	0,5444	5,29
Tempel 1	Oca 1989	10,54	1,4967	0,5197	5,50
d'Arrest	Şub 1989	19,43	1,2921	0,6246	6,39
Perrine-Mrkos	Mart 1989	17,82	1,2977	0,6378	6,78
Tempel-Swift	Nis 1989	13,17	1,5884	0,5391	6,40
Schwassman- Wachmann 1	Eki 1989	9,37	5,7718	0,0447	14,9
Kopff	Oca 1990	4,72	1,5851	0,5430	6,46
Tuttle-Giacobini- Kresak	Şub 1990	9,23	1,0680	0,6557	5,46
Honda-Mrkos- Pajdusakova	Eyl 1990	4,23	0,5412	0,8219	5,30
Wild 2	Ara 1990	3,25	1,5779	0,5410	6,37
Arend-Rigaux	Eki 1991	17,89	1,4378	0,6001	6,82
Faye	Kas 1991	9,09	1,5934	0,5782	7,34

Burada gösterilen kuyrukluYıldızların eğikliği [yörünge düzleminin eğim açısı] 2''den küçükten (neredeyse tamamen Yer ve gezegenleri içeren tutulum düzleminde hareket etmekten) Halley KuyrukluYıldızı için 162''ye kadar değişmektedir. 90''lık bir eğikliğin bir kuyrukluYıldızın Güneş'in çevresinde tutulum düzlemine dik bir yörüngede dönmesi anlamına gelmesi nedeniyle, 162''lık bir eğiklik de bir kuyrukluYıldızın yörünge [düzleminin] tutulum düzlemine göre yaklaşık $180 - 162 = 18^\circ$ açı yapması ama gezegenlerin Güneş'in çevresinde döndüğü yönün aksi yönünde yol alması demektir. Gösterilen kuyrukluYıldız yörüngelerinin dış merkezliği 0,04'ten (bir çembere çok yakından) Halley KuyrukluYıldızı için 0,97'ye kadar (ki son derece yassıdır) değişmektedir.

KAYNAK: B. Marsden ve E. Roemer, 1982.

ek 3

çıplak gözle görülen başlıca
meteor yağmurları, geç
yirminci yüzyıl

<i>Yağmur</i>	<i>Yaklaşık Maksimum Yoğunluk Tarihi</i>	<i>Saat Başına Sıklık, Tek Gözlemci</i>	<i>Yer'le Rastlaşma Hızı (kilometre/saniye)</i>	<i>Yoğunluğun Maksimumunun 1/4'üne İnmesi İçin Geçen Normal Süre (gün)</i>	<i>İlgili Kuyruklu Yıldız</i>
Kuadrantitler	3 Ocak	40	41	1,1	?
Lyritle	22 Nisan	15	48	2	1861 I
Eta Akuaritler	4 May	20	65	3	Halley
G.* Delta Akuaritleri	28 Temmuz	20	41	7	?
Perseitler	12 Ağustos	50	60	4,6	1862 III
Orionitler	21 Ekim	25	66	2	Halley
G. Tauritleri	3 Kasım	15	28	-	Encke
Leonitler	17 Kasım	15	71	-	1866 I
Geminitler	14 Aralık	50	35	2,6	(GA** 1983)?
Ursitler	22 Aralık	15	34	2	Tuttle

Veriler Royal Astronomical Society of Canada tarafından yayımlanan (1985) Observer's Handbook adlı eserde P. M. Millman tarafından hazırlanan çizelgeye dayanmaktadır.

* Güney. (ç.n.)

**Geçici Adlandırma. (ç.n.)

ek 4
daha fazla bilgi

Kaynakçada sıralanan eserlere ilaveten, daha fazla bilgi şuralardan temin edilebilir:

The Planetary Society 65 North Catalina Avenue Pasadena, CA 91106 (818) 9 WORLDS	The Astronomical Society of Pacific 1290 24th Avenue San Francisco, CA 94112 (415) 661-8660

Dibini daha da kurcalamak isteyenler için mevcut diğer kaynaklara yerel görevleri ve *Sky and Telescope* veya *Astronomy* gibi popüler bilim yayınları dahildir. Kuyruklu yıldız keşifleriyle ilgili belli aralıklarla yayımlanan haberler *Comet News Service: A Quarterly Review and Irregular Bulletin*, P.O. Box TDR #92, Truckee, CA 95734 tarafından sağlanmaktadır.

kaynakça

Genel Okuyucu Kitlesi İçin Kuyrukluyıldızlar Üzerine Kaynaklar

- Anonim, "Halley's Comet." *The Planetary Report*, 5, 3, Mayıs/Haziran, 1985.
- Anonim, *The Royal Institution Library of Science: Astronomy*, Cilt 1 ve 2, Bernard Lovell (Der.), Elsevier, New York, 1970. Meteorlar ve kuyrukluyıldızlarla ilgili daha eski bazı ilginç konuşmaları da içeren, on dokuzuncu yüzyılın ortalarında Londra, The Royal Institution'da düzenlenen astronomi üzerine bir cuma gecesi sohbetleri derlemesi.
- Asimov, Isaac, *Asimov's Guide to Halley's Comet*, Walker, New York, 1985.
- Brandt, John C. (Der.), *Comets: Readings from Scientific American*, W. H. Freeman, San Francisco, 1981.
- Brandt, John C., *Introduction to Comets*, Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- Calder, Nigel, *The Comet Is Coming!*, Viking Press, New York, 1980.
- Chapman, Robert D. ve John C. Brandt, *The Comet Book: A Guide for the Return of Halley's Comet*, Jones and Bartlett, Boston, 1984.
- Comets: Career Oriented Modules to Explore through Pictures in Science*, National Science Teachers Association, 1984.
- Dahlquist, Raf ve Theresa Dahlquist, *Mr. Halley and His Comet*, Polestar, Canoga Park, CA, 1985. Sevimli bir şekilde resimlenmiş tekerlemeli bir çocuk kitabı.

- Flaste, Richard, Holcomb Noble, Walter Sullivan ve John Noble Wilford, *The New York Times Guide to the Return of Halley's Comet*, Times Books, New York, 1985.
- Edberg, Stephen J., *Halley Watch Amateur Observers' Manual for Scientific Comet Studies*, Hillside, NJ, Enslow Publishers, 1983.
- Krupp, E. C., *The Comet and You*, Macmillan, New York, 1985.
- Çocuklar için.
- Littman, Mark ve Donald K. Yeomans, *Comet Halley—Once in a Lifetime*, American Chemical Society, Washington, D.C., 1985.
- Moore, Patrick, *Comets*, Scribner's, New York, 1976.
- Moore, Patrick ve J. Mason, *The Return of Halley's Comet*, W. W. Norton, New York, 1984.
- Mumford, George, *Everyone's Complete Guide to Halley's Comet*, Sky Publishing Co., Cambridge, 1985.
- Pasachoff, Jay M. ve Donald H. Menzel, *A Field Guide to the Stars and Planets*, Chapter 11, Houghton Mifflin, Boston, 1983.
- Rahe, Jurgen, Bertram Donn ve Karl Würm, *Atlas of Cometary Forms: Structures Near the Nucleus*, NASA Special Publication 198, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C, 1969.
- Reddy, F., *Once in a Lifetime: Your Guide to Halley's Comet*, Astro-media, Milwaukee, 1985.
- Richter, Nikolaus Benjamin, *The Nature of Comets*, Methuen, Londra, 1963.
- Seargent, David A., *Comets: Vagabonds of Space*, Doubleday, New York, 1982.
- Stasiuk, Garry ve Dwight Gruber, *The Comet Handbook*, Stasiuk Enterprises, 1984.
- Wilkening, L. (Der.), *Comets*, University of Arizona Press, Tucson, 1982. Teknik olmakla birlikte, bu seçilmiş makaleler derlemesi kuyrukluyıldızların bütün yönleri üzerine günümüzde mevcut en kapsamlı tek kaynaktır.

Kısımlara Göre Düzenlenen Teknik Makaleler [ve Kitaplar]

2. KISIM

- Dreyer, J. L. E., *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, Cambridge University Press, Cambridge, 1906.

- Hasegawa, Ichiro, "Catalogue of Ancient and Naked-Eye Comets," *Vistas in Astronomy* 24, 59, 1980.
- Hellman, C. Doris, *The Comet of 1577: Its Place in the History of Astronomy*, Columbia University Press, New York, 1944.
- Lagercrantz, Sture, "Traditional Beliefs in Africa Concerning Meteors, Comets, and Shooting Stars." *Festschrift fur Ad. E. Jensen* içinde, Klaus Renner Verlag, Münih, 1964.
- Leon-Portilla, Miguel (Der.), *The Broken Spears: The Aztec Account of the Conquest of Mexico*, Beacon Press, Boston, 1962. [Türkçesi: *Kırık Mızraklar Azteklerin Anlatımıyla Meksika'nın Fethi*, Çev. Ömer Yurdakul Gündoğdu, Aykırı Yayıncılık, 2004.]
- Sarton, George, *A History of Science*, Cilt 1, Harvard University Press, Boston, 1952.
- Stein, J., S. J., "Calixte III et la comète de Halley", *Specola Astronomica Vaticana II*, Tipografia Poliglotta Vaticana, Roma, 1909.
- Thorndike, Lynn, *A History of Magic and Experimental Science*, Cilt 4, Columbia University Press, New York, 1934.
- Wen wu, "Ma Wang Tui po shu 'T'ien wen ch'i hsiang tsa chan' nei jung chien shu" ve "Ma Wang Tui Han ts'ao po shu chung to hui hsing t'u," Wen wu ch'u pan she, Pekin, Cilt 2, s. 1-9, 1978.
- Yoke, Ho Peng, "Ancient and Medieval Observations of Comets and Novae in Chinese Sources," *Vistas in Astronomy* 5, 127, 1962.
- Ze-zong, Xi, "The Cometary Atlas in the Silk Book of the Han Tomb at Mawangdui," *Chinese Astronomy and Astrophysics* 8, 1, 1984.

3. KISIM

- Barker, Thomas, *Of the Discoveries Concerning Comets*, Whiston and White, Londra, 1757.
- Eddington, Arthur Stanley, "Halley's Observations on Halley's Comet, 1682," *Nature* 83, 373, 1910.
- Freitag, Ruth S., *Halley's Comet: A Bibliography*, Library of Congress, Washington, D.C., 1984.
- MacPike, Eugene (Der.), *Correspondence and Papers of Edmond Halley*, Clarendon Press, Oxford, 1932.
- Ronan, Colin, *Edmond Halley: Genius in Eclipse*, Doubleday, New York, 1969.
- Stephenson. F. R., K. K. C. Yao ve H. Hunger, "Records of Halley's Comet on Babylonian Tablets," *Nature* 314, 587, 1985.

- Walter, David L., "Medallic Memorials of the Great Comets and the Popular Superstitions Connected with Their Appearance.", Scott Stamp and Coin Company, New York, 1893.
- Westfall, Richard S., *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- White, Andrew Dickson, "A History of the Doctrine of Comets.", *Papers of the American Historical Association* 2, 2, G. P. Putnam, New York, 1887.

4. KISIM

- Lalande, J. J., "Madame Nicole-Reine Étable de la Brière Lepaute.", *Astronomical Bibliography with a History of Astronomy between 1781 and 1802* içinde, Paris, 1803.
- Paulsen, Friedrich, *Immanuel Kant: His Life and Doctrine*, İngilizce Çevirisi: E. Creighton ve Albert Lefevre, Frederick Ungar, New York, 1963. {Orijinal baskısı 1899}
- Wright, Thomas, *An Original Theory of the Universe*, {Orijinal baskısı 1750} Macdonald, Londra, 1971. Bu baskıda hem Thomas Wright hem de eseri hakkında Michael A. Hoskin'in yazdığı çok faydalı bir giriş bulunmaktadır.

6. KISIM

- Feynman, Richard P., Robert B. Leighton ve Matthew Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1963. [Türkçesi: Feynman Fizik Dersleri, Çev. Zekeriya Aydın, Kerem Kaynar, Murat Metehan Türkoğlu, Alfa Yayınları, 2016.] Buz fiziğini ele alışımlar kısmen bu alışılmadık konferanslara dayanmaktadır.
- Hallett, John, "How Snow Crystals Grow.", *American Scientist* 72, 582, 1984.
- Patterson, W. S. B., *The Physics of Glaciers*, Pergamon Press, Oxford, 1969.
- Whipple, F. L., "A Comet Model I. The Acceleration of Comet Encke.", *Astrophysical Journal* 111, 375, 1950.
- Whipple, F. L., "A Comet Model II. Physical Relations for Comets and Meteors.", *Astrophysical Journal* 113, 464, 1951.

7. KISIM

- Fanale, F. ve James Salvail, "An Idealized Short-Period Comet Model: Surface Insolation, H₂O Flux, Dust Flux, and Mantle Evolution," *Icarus* 60, 476, 1984.
- Hughes, David W., "Cometary Outbursts: A Brief Survey," *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* 16, 410, 1975.

8. KISIM

- Khare, B. N. ve Carl Sagan, "Experimental Interstellar Organic Chemistry: Preliminary Findings," *Molecules in the Galactic Environment* içinde, M. A. Gordon and L. E. Snyder (Der.), John Wiley, New York, 1973.
- Metz, Jerred, *Halley's Comet, 1910: Fire in the Sky*, Singing Bone Press, St. Louis, 1985.
- Mitchell, G. F., S. S. Prasad ve W. T. Huntress, "Chemical Model Calculations of C₂, C₃, CH, CN, OH, and NH₂ Abundances in Cometary Comas," *Astrophysical Journal* 244, 1087, 1981.
- Swings, P., "Le Spectre de la Comète d'Encke 1947 i," *Annales d'Astrophysique* 11, 1, 1948.
- Wood, John ve Sherwood Chang (Der.), *The Cosmic History of the Biogenic Elements and Compounds*, NASA Special Publication 476, 1985.

9. KISIM

- Barnard, E. E., "On the Anomalous Tails of Comets," *Astrophysical Journal* 22, 249, 1905.
- Biermann, L., "Solar Corpuscular Radiation and the Interplanetary Gas," *Observatory* 77, 109, 1957.
- Biermann, L. ve R. Lüst, "Comets: Structure and Dynamics of Tails," *The Solar System*, Cilt 4, Bölüm 18, G. P. Kuiper ve B. M. Middlehurst (Der.), University of Chicago Press, Chicago, 1963.
- Henry, George E., "Radiation Pressure," *Scientific American* 196, 99-108, 1957.
- Van Allen, James A., "Interplanetary Particles and Fields," bir *Scientific American* eseri *The Solar System* içinde, W. H. Freeman, San Francisco, 1975.

10. KISIM

- Donnelly, Ignatius, *Ragnarok: The Age of Fire and Gravel*, University Books, New York, 1970. {Orijinal baskısı 1883}
- Goblet d'Alviella, Kont Eugène Félicien Albert, *The Migration of Symbols*, University Books, New York, 1959. {Orijinal baskısı 1891}
- Goldsmith, Donald (Der.), *Scientists Confront Velikovsky: Evidence Against Velikovsky's Theory of "Worlds in Collision"*, W. W., Norton, New York, 1977.
- Nuttall, Zelia, "The Fundamental Principles of Old and New World Civilizations: A Comparative Research on a Study of the Ancient Mexican Religious, Sociological and Calendrical Systems", *Archaeological and Ethnological Papers of the Peabody Museum*, Harvard University, Cilt 2, 1901.
- Wilson, Thomas, *The Swastika: The Earliest Known Symbol, and Its Migrations; With Observations on the Migration of Certain Industries in Prehistoric Times*, Smithsonian Institution, Washington, D.C, 1896.

11. KISIM

- Chebotarev, G. A., "On the Dynamical Limits of the Solar System.", *Soviet Astronomy-AJ* 8, 787, 1965.
- Oort, J. H., "The Structure of the Cloud of Comets Surrounding the Solar System, and a Hypothesis Concerning Its Origin.", *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands* 11, 91, 1950.
- Oort, J. H., "Empirical Data on the Origin of Comets.", G. P. Kuiper ve B. M. Middlehurst (Der.), *The Solar System*, Cilt 4, Bölüm 20. University of Chicago Press, Chicago, 1963.
- Öpik, E., "Notes on Stellar Perturbations of Nearly Parabolic Orbits.", *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 67, 169, 1932.
- Russell, Henry Norris, *The Solar System and Its Origin*, Macmillan, New York, 1935.
- Van Woerkom, A. J. J., "On the Origin of Comets.", *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands* 10, 445, 1948.

12. KISIM

- Anonim, *Keesing's Contemporary Archives*, Mayıs 21-28, 17425-17429, 1960.
- Biermann, L. ve K. W. Michel, "On the Origin of Cometary Nuclei in the Presolar Nebula.", *The Moon and the Planets* 18, 447, 1978.
- Fernandez, Julio A., "Mass Removed by the Outer Planets in the Early Solar System.", *Icarus* 34, 173, 1978.
- Fernandez, J. A. ve W. H. Ip., "On the Time Evolution of the Cometary Influx in the Region of the Terrestrial Planets.", *Icarus* 54, 377, 1983.
- Goldreich, P. ve W. R. Ward, "The Formation of Planetesimals.", *Astrophysical Journal* 183, 1051, 1973.
- Helmholtz, H., "On the Origin of the Planetary System.", H. Helmholtz'un Heidelberg ve Köln'de verdiği konferans, 1871, *Popular Articles on Scientific Subjects by H. Helmholtz* adlı eserde yayımlanmıştır, D. Appleton and Company, New York, 1881.
- Safronov, V. S., "Evolution of the Protoplanetary Cloud and the Formation of the Earth and the Planets.", Israel Program for Scientific Translations tarafından yayımlanan Rusça orijinalinin İngilizce versiyonu, Kudüs, 1972.
- Wetherill, George W., "Evolution of the Earth's Planetesimal Swarm Subsequent to the Formation of the Earth and Moon.", *Proceedings of the Eight Lunar Science Conference*, s. 1, 1977.

13. KISIM

- Ball, Robert, *The Story of the Heavens*, gözden geçirilmiş baskısı, Cassell and Company, Londra, 1900.
- Von Humboldt, Alexander, "Events of the Night of Eleventh November 1799.", *Personal Narrative of Travels to the Equinoctial Regions of America During the Years 1799 to 1804*, Cilt 1, George Bell and Son, Londra, 1889.

14. KISIM

- Gold, Thomas ve Steven Soter, "Cometary Impact and the Magnetization of the Moon.", *Planetary and Space Sciences* 24, 45, 1976.
- Kerr, Richard A., "Could an Asteroid Be a Comet in Disguise?" *Science* 227, 22 Şubat 1985.

- Marsden. B. G., "The Sungrazing Comet Group.", *Astronomical Journal* 72, 1170, 1967.
- Michels, D. J., N. R. Sheeley, R. A. Howard ve M. J. Koomen, "Observations of a Comet on Collision Course with the Sun.", *Science* 25, 1097, 1982.
- Öpik, Ernst, "The Stray Bodies in the Solar System. Part 1. The Survival of Cometary Nuclei in the Asteroids.", *Advances in Astronomy and Astrophysics* 2, 219, 1963.
- Öpik, Ernst, "The Stray Bodies in the Solar System. Part 2. The Cometary Origin of Meteorites.", *Advances in Astronomy and Astrophysics* 4, 301, 1966.
- Shoemaker, Eugene M. ve Ruth F. Wolfe, "Cratering Timescales for the Galilean Satellites." *The Satellites of Jupiter*, Bölüm 10, David Morrison (Der.), University of Arizona Press, Tucson 1982.
- Shul'man, L. M., "The Evolution of Cometary Nuclei.", G. A. Chebotarev ve diğerleri (Der.), *The Motion, Evolution of Orbits, and Origin of Comets* içinde, D. Reidel, Hollanda, 1972.
- Turco, R. P., O. B. Toon, C. Park, R. C. Whitten, J. B. Pollack ve P. Noerdlinger, "An Analysis of the Physical, Chemical, Optical and Historical Impacts of the 1908 Tunguska Meteor Fall", *Icarus* 50, 1, 1982.
- Wetherill, George W., "Occurrence of Giant Impacts During the Growth of the Terrestrial Planets.", *Science* 228, 877, 1985.

15. KISIM

- Alvarez, Luis W., Walter Alvarez, Frank Asaro ve Helen V. Michel, "Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction.", *Science* 208, 1095, 1980.
- Anonim, *National Museum of Natural Sciences and National Research Council of Canada, Syllogus Series Number 12*, "Cretaceous-Tertiary Extinctions and Possible Terrestrial and Extraterrestrial Causes: Proceedings of a Workshop Held in Ottawa, Canada, 16, 17 November, 1976.", National Museums of Canada, Ottawa, Kanada, Mart 1977.
- Anonim, "The Fossil Record and Evolution: Readings from Scientific American." W. H. Freeman, San Francisco, 1982.
- Gould, Stephen Jay, "Sex, Drugs, Disaster, and the Extinction of the Dinosaurs.", *Discover*, Mart 1984, s. 67.

- Hills, J. G., "Comet Showers and the Steady-State Infall of Comets from the Oort Cloud.", *Astronomical Journal* 86, 1710, 1981.
- Officer, Charles B. ve Charles L. Drake, "Terminal Cretaceous Environmental Events.", *Science* 227, 1161, 1985.
- Pollack, James B., Owen B. Toon, Thomas P. Ackerman, Christopher P. McKay ve Richard P. Turco, "Environmental Effects of an Impact-Generated Dust Cloud: Implications for the Cretaceous-Tertiary Extinctions.", *Science* 219, 287, 1983.
- Sepkoski, J. John, Jr., "Mass Extinctions in the Phanerozoic Oceans: A Review.", *Geological Society of America, Special Paper* 190, 283, 1982.
- Sepkoski, J. John, Jr., "A Kinetic Model of Phanerozoic Taxonomic Diversity. III. Post Paleozoic Families and Mass Extinctions.", *Paleobiology* 190, 246, 1984.
- Sepkoski, J. John, Jr., "Phanerozoic Overview of Mass Extinction.", *Pattern and Process in the History of Life* içinde, D. M. Raup ve D. Jablonski (Der.), Springer-Verlag, Berlin, 1986.
- Shoemaker, Eugene M., "Asteroid and Comet Bombardment of the Earth.", *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 11, 461, 1983.
- Steel, Rodney, ve Anthony Harvey (Der.), *The Encyclopedia of Prehistoric Life*, McGraw-Hill, New York, 1979.
- Urey, Harold C., "Cometary Collisions and Geological Periods." *Nature* 242, 32, 1973.

16. KISIM

- Alvarez, Walter, Frank Asaro, Helen V. Michel ve Luis W. Alvarez, "Iridium Anomaly Approximately Synchronous with Terminal Eocene Extinctions.", *Science* 216, 886, 1982.
- Anonim, "A Talk with Eugene Shoemaker.", Röportaj: Charlene Anderson, *The Planetary Report* 5 (1) 7, Ocak/Şubat, 1985.
- Davis, Marc, Piet Hut ve Richard A. Muller, "Extinction of Species by Periodic Comet Showers.", *Nature* 308, 715, 1984.
- Gould, Stephen Jay, "Continuity.", *Natural History*, Nisan 1984, s. 4.*
- Gould, Stephen Jay, "The Cosmic Dance of Siva.", *Natural History*, Ağustos 1984, s. 14.*

* Stephen Jay Gould, *The Flamingo's Smile: Reflections in Natural History* adlı eserin içinde toplanmıştır, W. W. Norton, New York, 1985.

- Hills, J. G., "Dynamical Constraints on the Mass and Perihelion Distance of Nemesis and the Stability of Its Orbit.", *Nature* 311, 636, 1984.
- Hoffman, Antoni, "Patterns of Family Extinction Depend on Definition and Geological Timescale.", *Nature* 315, 659, 1985.
- Rampino, Michael ve Richard Stothers, "Geological Rhythms and Cometary Impacts.", *Science* 226, 1427, 1984.
- Rampino, Michael ve Richard Stothers, "Terrestrial Mass Extinctions, Cometary Impacts and the Sun's Motion Perpendicular to the Galactic Plane.", *Nature* 308, 709, 1984.
- Raup, David M. ve J. John Sepkoski, Jr., "Periodicity of Extinctions in the Geologic Past.", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.* 81, 801, 1984.
- Schwartz, Richard D. ve Philip B. James, "Periodic Mass Extinctions and the Sun's Oscillations about the Galactic Plane.", *Nature* 308, 712, 1984.
- Smoluchowski, R., J. N. Bahcall ve M. S. Matthews (Der.), *The Galaxy and the Solar System*, University of Arizona Press, Tucson, 1985.
- Thaddeus, Patrick ve Gary A. Chanan, "Cometary Impacts, Molecular Clouds, and the Motion of the Sun Perpendicular to the Galactic Plane.", *Nature* 314, 73, 1985.
- Whitmire, Daniel ve Albert A. Jackson, "Are Periodic Mass Extinctions Driven by a Distant Solar Companion?", *Nature* 308, 713, 1984.

17. KISIM

- Bar-Nun, A., A. Lazcano-Araujo ve J. Oro, "Could Life Have Evolved in Cometary Nuclei?", *Origins of Life* 11, 387, 1981.
- Forster, T., *Atmospheric Causes of Epidemic Diseases*, Londra, 1829.
- Hobbs, R. W. ve J. M. Hollis, "Probing the Presently Tenuous Link between Comets and the Origin of Life.", *Origins of Life* 12, 125, 1982.
- Hoyle, Fred, "Comets—A Matter of Life and Death.", *Vistas in Astronomy* 24, 123, 1980.
- Hoyle, Fred ve Chandra Wickramasinghe, *Diseases from Space*, Harper, New York, 1979.

- Irvine, W. M., S. B. Leschine ve F. P. Schloerb, "Thermal History, Chemical Composition and Relationship of Comets to the Origin of Life.", *Nature* 283, 748, 1980.
- Oro, J., "Comets and the Formation of Biochemical Compounds on the Primitive Earth.", *Nature* 190, 389, 1961.
- Sales-Guyon de Montlivault, E.-J.-F., *Conjectures sur la réunion de la lune à la terre, et des satellites en général a leur planète principale; à l'aide desquelles on essaie d'expliquer la cause et les effets du déluge, la disparition totale d'anciennes espèces vivantes et organiques, et la formation soudaine ou apparition d'autres espèces nouvelles et de l'homme lui-même sur la globe terrestre*, Paris: Adrien Egron, 1821.
- Shoemaker, Eugene M., "Asteroid and Comet Bombardment of the Earth.", *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 11, 461, 1983.
- Wallis, Max., "Radiogenic Melting of Primordial Comet Interiors.", *Nature* 284, 431, 1980.

18. KAYIM

- Anonim, "Halley's Comet from a Balloon.", *Aeronautics* 6, 204, Haziran 1910.
- Anonim, Newsletters of the International Halley Watch ["Uluslararası Halley Kuyrukluyıldızı İzleme Komitesi Haber Bültenleri"], NASA Jet Propulsion Laboratory ["Tepkili Motor Laboratuvarı"] tarafından üretilen süreli yayınlar, 1 Ağustos 1982'den beri 410 yayın.
- Anonim, Planetary Society Fact Sheets on Halley Comet Spacecraft ["Halley Kuyrukluyıldızı Uzay Aracıyla İlgili Planetary Society Bilgi Notları"], The Planetary Society'den temin edilebilir, 65 North Catalina Avenue, Pasadena, CA 91106.
- Anonim, "Report of the Comet Rendezvous Science Working Group.", NASA Teknik Notu 87564, 1985.
- Gay, Peter, *Education of the Senses*, Oxford University Press, New York, 1984.
- Morrison, David ve diğerleri, *Planetary Exploration Through the Year 2000: A Core Program*, NASA, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1983.

- Neugebauer, M. ve diğerleri (Der.), *Space Missions to Comets*, NASA Conference Publication 2089, 1979.
- Newburn, Ray L. ve Jurgen Rahe, "The International Halley Watch." *Journal of the British Interplanetary Society* 37, 28, 1984.
- Sagdeev, R. Z. ve diğerleri, "Cometary Probe of the Venera-Halley Mission.", *Advances in Space Research* 2, 83, 1983.
- Wilford, John Noble, "U.S. and Soviet Cooperating on Collection of Comet Dust.", *New York Times*, 21 Aralık 1984.
- Yeomans, Donald K. ve John C. Brandt, "The Comet Giacobini-Zinner Handbook: An Observer's Guide.", NASA/JPL Yayını 400-254, 1985.

19. KISIM

- Anonim, MIT Sistem Mühendisliği Öğrenci Projesi, "Project Icarus.", MIT Press, Cambridge, MA, 1968.
- Dyson, Freeman, "The World, the Flesh, and the Devil.", Londra, Birkbeck College'da düzenlenen Üçüncü J. D. Bernal Konferansı, *Communication with Extraterrestrial Intelligence (CETI)* ["Dünya Dışı Zekâyla İletişim"] adlı eserde yeniden basılmıştır, C. Sagan (Der.), MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1973.
- Gaffey, Michael J. ve Thomas B. McCord, "Mining Outer Space.", *Technology Review* 79 (7), 51, Haziran 1977.
- Harwit, Martin ve E. E. Salpeter, "Radiation from Comets near Neutron Stars.", *Astrophysical Journal* 186, L37, 1973.
- Sagan, Carl, *Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space*, Random House, New York, 1994 [Türkçesi: *Soluk Mavi Nokta, İnsanın Uzaydaki Geleceğine Bir Bakış*, Çev. Süha Sertabiboğlu, Ayrintı Yayınları, 2017].

20. KISIM

- Arkin, William M. ve Richard W. Fieldhouse, *Nuclear Battlefields: Global Links in the Arms Race*, Ballinger, Cambridge, MA, 1985.
- Cruikshank, D. P., W. K. Hartmann ve D. J. Tholen, "Colour, Albedo, and Nucleus Size of Halley's Comet.", *Nature* 315, 122, 1985.
- Newburn, Ray L. ve Donald K. Yeomans, "Halley's Comet.", *Annual Review of Earth and Planetary Science* 10, 297, 1982.

genel dizin

- 1066 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1528 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1571 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1556 kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1572 süpernovası (Tycho'nun süpernovası) 50-52
- 1577 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1590 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1607 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1618 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1664 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1665 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1680 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1682 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1729 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1742 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1744 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1811 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1861 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1910 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- 1910'un Büyük Şafak Vakti Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı kuyrukluyıldız dizini*
- I. Dünya Savaşı 177

A

A *Synopsis of the Astronomy of Comets* ["Kuyrukluyıldız Astronomisine Bir Tümbakış"] (Halley) 87

- ABD Deniz Kuvvetleri
Laboratuvarı 307
ablasyon küreleri 370-371
ablasyona uğramış meteor
küreleri 370-371
açık nişangâh, dürbünlü
nişangâha kıyasla 64-66
açısal devinirliğin
[momentumun] korunumu
270
açısal devinirlik, korunumu
270
Afrikalı mitleri:
mitlerdeki kuyrukluyıldızlar
30
mitlerdeki meteorlar 285-
286
afyon 80
“Akıl Çağı” 116
aktüeryal istatistik bilimi 68
*Allgemeine Naturgeschichte
und Theorie des Himmels*
[Evrensel Doğa Tarihi ve
Gökler Kuramı] (Kant) 105-
109
altın 343
alüminyum 375
alüminyum oksit 301
Alvarez, Luis 344-346, 352-353
Alvarez, Walter 344-346, 352-
353, 366
amino asitler 181, 373
ammonit 332, 336
amonyak 136, 142-143, 147-
149, 164, 267, 373, 378
amonyak buzu 144-145
*An Account of the
Extraordinary METEOR*
*seen all over England on the
19th of March 1719* [“19
Mart 1719’da İngiltere’nin
her yerinden görülen
fevkalade METEOR
hakkında bir tasvir”]
(Halley) 93
*An Original Theory or New
Hypothesis of the Universe*
[“Evren Üzerine Özgün
Bir Teori veya Yeni Bir
Hipotez”] (Wright) 97-100,
103-104
Andromeda 106
Andromeda meteor yağmuru
118, 133
Anglikan Kilisesi 80
Anne, Büyük Britanya
Kraliçesi 90
Aquino’lu Tommaso, Aziz 108
Arend-Rigaux Kuyrukluyıldızı,
*bkz. ayrı kuyrukluyıldız
dizini*
Arend-Roland
Kuyrukluyıldızı, *bkz. ayrı
kuyrukluyıldız dizini*
Aristoteles 39-42, 45, 50-53,
68, 131, 193
Tycho’nun kuyrukluyıldız
teorisini çürütmesi 50-55
Arizona Meteor Krateri 319,
320, 326
Asimov, Isaac 409
Aslan Meteor Yağmurları
[Leonitler] 288, 290, 292
asteroitler 19, 144-145, 149,
156, 164-166, 207-209, 228,
266-267, 285, 297, 308, 311,

315-327, 345, 348-351
kökenleri 321-324, 326-327
Kretase yıkımı ve 343, 348-
349, 351
madencilik 407-408
yönlerini değiştirme 401-407
ateş topları 284-287, 295, 297,
330
Athanasios 73
Atlantik Okyanusu, Halley'nin
hazırlanması 89-90
atmosfer 148, 162, 167, 271
yer'in ilk zamanlarında 373,
375, 378-379
atomlar 136-139
birleşmeleri 137-140, 174
radyoaktif 375
Avrupa Uzay Ajansı 393, 395,
397, 399, 405
Ay 407
Aristotelesçi görüş 40
yüzeyindeki havzalar 327
yüzeyindeki kraterler 316, 318,
321
Aztekler 29, 49, 205

B
B-1 bombardıman uçakları
395
Babilliler 33-38, 79, 423
bakteriler 374
balıklar, zırhlı 332
Ball, Robert 290-292
Bantu-Kavirondolar 29
Barker, Thomas 250
Barnard, E. E. 200, 424
başları, kuyruklu yıldız 119-
120, 309
büyüklükleri 168

noktacı temsilleri 133-134
ayrıca bkz. saçlar; çekirdek,
kuyruklu yıldız
“Başlıca Gezegenlerin
Günöteletlerini, Dış
Merkezliklerini ve
Orantılarını, açılal
hareketlerinde
eşitlik bulunduğunu
varsaymadan, belirlemenin
Doğrudan ve Geometrik
Yöntemi” 59-60
Bayeux Duvar Halısı 46, 205
Bede, Aziz (Muhterem Bede)
46
Belgrad Kuşatması (1456) 47
Bennett 1970 II
Kuyruklu yıldızı, bkz. ayrı
kuyruklu yıldız dizini
Bentley, Kurum Papazı 82-83
Bessel, F. W. 150
Beta Pictoris 274
Bibliographie astronomique
[“Astronomik Kaynakça”]
(Lalande) 113
Biela, Wilhelm Freiherr von
117-119
Biela/Gambart
Kuyruklu yıldızı, bkz. ayrı
kuyruklu yıldız dizini
Biermann, Ludwig 197
bilim kurgu 177, 341, 352, 372,
401
bilim:
din ve 46-49, 80-83, 109-112
uluslararası iş birliği 77-80
Bîrûnî 329
boğumlar 189, 196-197

Bradfield Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Brooks Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Brorsen I Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Brownlee, Donald 300
 buğulaşma (süblimleşme; buharlaşma) 140-141, 144-148, 164, 229
 buharlaşma, *bkz. buğulaşma*
 bulutsu hipotezi, *bkz. Kant-Laplace hipotezi*
 bulutsular, sarmal 106, 269
 burçlar ışığı 309-314
 burçlar parçacıkları 311-313, 357
 Burrus, Sextus Afranius 41-42
 buz 107-108, 153-169
 amonyak buzu 142, 144-145, 148
 buğulaşması 140-141, 144-148, 164, 229
 donma noktaları 142
 egzotik 145, 149, 164, 276, 280, 307
 karbon dioksit buzu 143-144, 162
 kirli 136-152, 179, 399
 metan buzu 142-145, 147, 180
 moleküler yapısı 139-143, 148, 180
 roket etkisi 147-149
 su buzu 136-150, 178, 321-322
 buzun moleküler yapısı 139-143, 148, 180
 Büyük 1577 Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*

Büyük 1680 Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Büyük 1729 Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Büyük 1811 Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Büyük 1811 Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Büyük 1861 Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Büyük 1861 Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Büyük Friedrich [II. Friedrich], Prusya Kralı 109-110
 Büyük Londra Yangını (1666) 58, 372
 Büyük Petro, Rus Çarı 88
 Byron, George Gordon, Lord 304, 330

C-Ç

Caligula, Roma İmparatoru 41
 Callixtus III, Papa 46-48
 Cassini Bölümü 66, 268-269
 Cassini, Jean-Dominique [Gian Domenico] 66-68, 83, 84
Catalogus Stellarum Australium ["Güney Yarıküre Yıldızlarının

Katalogu”] (Halley) 60-63,
66
Celichius, Andreas 49-50
Centaur güçlendiricisi
[yardımcı roket] 409
Ch’ü Yüan [veya Qu Yuan]
34-35
Charles II, Büyük Britanya
Kralı 62, 64
Chebotarev [Çebotarev], G.
A. 262
Chicxulub Krateri 347, 350
Ch’un Ch’iu [Genişletilmiş
İlkbahar ve Sonbahar
Vakayinameleri] 286
cins 334-335
Clairaut, Alexis 112-115
Coggia 1874 III
Kuyrukluyıldızı, *bkz. ayrı
kuyrukluyıldız dizini*
Coleridge, Samuel Taylor 96
Cometographia
[“Kuyrukluyıldız Atlası”]
(Hevelius) 65, 81, 205
Cook, James 80, 89
Cortés, Hernán 48, 49
çakıl yığını (kum yığını)
hipotezi 133-135, 232, 342
çekirdek, kuyrukluyıldız 19,
97, 101, 158-162, 166-167,
391
bileşimi 131-134, 178-180, 399
büyüklüğü 101, 134, 159, 164
çakıl yığını hipotezi 133-134
çevresindeki boşluk 148
dönme süresi 164-165
fişkirmaları 206, 227, 241
Halley Kuyrukluyıldızının 150,
161, 422

madde kaybı 144-146
merkezindeki basınç 166
şekli 166, 399
tıkız 134
Yer’e çarpması 342, 345
yıllanması 168-169
çiftiyıldızlar 362, 416
Çin, Çinliler:
gamalı haçlar 235-236, 243-
244
kuyrukluyıldızlar hakkında
görüşleri 29-37, 46, 65, 153-
156, 186, 205, 233, 235-236,
243-244, 423-424
meteor yağmurları ve 286

D

d’Ortous de Mairan, Jean
Jacques 57
dalgiç çanları 80
Damaskoslu İoannes, Aziz 266
Dante Alighieri 283
Daumier, Honoré 298
De Chéseaux Kuyrukluyıldızı,
*bkz. ayrı kuyrukluyıldız
dizini*
De Forest, Lee 181
De Moivre, Abraham 74
De Morgan, Augustus 78
“De motu corporum in
gyrum” (“Yörüngedeki
cisimlerin hareketi”)
(Newton) 74
Defoe, Daniel 372
demir [cevheri] 344, 407
Demokritos 39, 41, 45
dış merkezli yörüngeler 253-
254, 260, 267, 273

dış merkezlik [veya dışözeklik]

59

Dick, Thomas 352, 400, 412

Dimetrodon 337

din, bilime kıyasla 46-49, 79-83, 109

Dingle, Herbert 95

dinozorlar:

memelilere kıyasla 336-337

tükenmeleri,

kuyruklu yıldızlara atfedilen

30, 333, 347, 349, 403

Doğu Hindistan Kumpanyası

62

dolanma, dolanım 267, 272-273

Donahue, Thomas 380

Donati Kuyruklu Yıldızı, *bkz.*

ayrı kuyruklu yıldız dizini

Donati, Giovanni Battista 173

Donne, John 55

Donnelly, Ignatius 231-232,

341, 345-346, 401

Doré, Gustave 259

dönme 267, 272-273

kütle çekimi ve 269-275

döteryum 380, 410

Drakonit [veya Giacobinit]

meteor yağmurları 295, 394

Dudith, Andreas [Andrija

Dudić Orehovički] 50

düğüm 84, 123

Dünya Çapındaki Değişimin

Kaydı (Li Ch'un Feng) 36-

37

dürbünlü nişangâh, açık

nişangâha kıyasla 64

Dyson, Freeman 410-411

E

E.-J.-F. Sales-Guyon,

Montlivault Kontu 369

Eddington, Arthur [Sir Arthur

Stanley Eddington] 187-

189, 228, 352

Egede, Hans Poulsen 131

Eiseley, Loren 284-285, 422

Eisenhower, Dwight D. 299

ekvator:

ekvator da yer çekimi 63

ekvator dan görülebilen

takımyıldızlar 60-61

elips, eliptik yörünge 22, 59-

61, 91, 124, 251, 267, 281

yarı-büyük ve yarı-küçük

eksenleri 251

Enceladus 319

Encke Kuyruklu Yıldızı, *bkz.*

ayrı kuyruklu yıldız dizini

Encke, J. F. 117, 132

Endeavour, HMS 80

Ephoros 232

Epigenes 234

Eros 405

etilen 173, 175

Explorer 10 197

Exposition du système du

monde [Dünya Sisteminin

Açıklanması] (Laplace) 48-

49, 338-341, 420

F

familiya (biyolojik) 334-335

Farquhar, Robert 394

felsefe, Kant'ın 105, 111-112

Fernandez, J. A. 280

Flammarion, Camille 175,

341-342

Flamsteed, John 59, 64-66, 82,
84, 90-94
Flaubert, Gustave 17
flüoresans 178, 194
Fontenelle, Bernard de 169
formaldehit 373
Forster, T. 372
fosiller 332-332, 341
fotonlar 178, 180
fotosentez 349, 411
Fransa 392
Friedrich Wilhelm II, Prusya
Kralı 111
füzyon reaktörleri 410, 412

G

Galaksi, *bkz.* Samanyolu
galaksi içinde salınım teorisi
358-361, 365
Galileo Galilei 99
gamalı haçlar [svastikalar]
235-244
gamalı haçlar, Caynacılar 236
gamalı haçlar, Hindistan'daki
235-238
Gambart, Jean-Félix Adolphe
117-118
Gay, Peter 388
Gdańsk [Danzig] 64
"gece parlayan" bulutlar 293
Gegenschein 310
genetik mühendislik 410
*Genişletilmiş İlkbahar ve
Sonbahar Vakayinameleri*
(Üstat Tso Ch'iu-ming) 31
geometri 91
gezegenler 59, 73, 276-279
dev gezegenler 267, 272, 277,
279

hareketleri 269, 272-273
kuyruklu yıldızların
gezegenlerle
karşılaştırılması 68
meydana gelişleri 269-279,
282, 327-328
yerbenzeri 266, 278, 328
yörünge dönümü 71, 72
ayrıca bkz. belirli gezegenler
Giacobini-Zinner
Kuyruklu yıldızı, *bkz. ayrı
kuyruklu yıldız dizini*
Gibbon, Edward 427
Giotto di Bondone 208, 393
Giotto uzay aracı 210, 383,
393-399
Glaß, Billy 355
Glidden, Charles 388
Goblet d'Alviella, Eugène
Félicien Albert, Kont 239-
340
Gould, Stephen Jay 366-367
gök birimleri (GB) 72, 251
tanımlanması 80
gökcisimleri, kalıcılıkları 40-
41, 50
Greenwich Kraliyet Gözlemevi
91-93
Gregory, David 91
günberi 60, 84, 115, 251
günberi geçişleri 60, 86, 115,
Biela/Gambart
Kuyruklu yıldızının 118
Halley Kuyruklu yıldızının 187,
421, 422
kuyruklu yıldızların günberide
madde akıtmaları 135, 168-
169
sırasında kaybedilen madde
144-147

sonrasında kuyruk 154
 Güneş 94, 155, 376, 392
 atmosferi 271-272
 enerjisi 409
 galaksi içinde salınım teorisi ve
 358-361, 365
 Güneş tacı 194, 307, 316
 Güneş ve kuyruklu yıldız
 kuyruklarının ona
 yönelmesi 187, 196-200, 392
 hareketi 358-361
 ışınlam basıncı 192-193
 kısa devirli kuyruklu yıldızlar
 ve 116-121
 kuyruklu yıldızların çarpması
 304-307
 kütle çekimi 255-257, 262, 305,
 312-313
 meydana gelişi 271-275
 ölüm yıldızı teorisi ve 362-365
 Yer'in Güneş'ten uzaklığı 80
 güneş bulutsusu 106, 268-280,
 311
 büzülmesi ve yoğunlaşması
 276-277
 güneş parlaması 194, 307, 392
 güneş rüzgârı 197-201, 392,
 394, 396
 güneş sistemi:
 başlangıcı ve evrimi 106, 152,
 163, 266-282
 kuyruklu yıldızlar ve başlangıcı
 17-27
 ölçeği 19-22
 Wright'ın tasviri 100, 102-104
 ayrıca bkz. Güneş; belirli
 gezegenler
 Güneş tacı 194, 197, 307
 güneş tutulmaları 94, 155
 güneşi yalayıp geçen

kuyruklu yıldızlar 304-309
 güneş semalarının haritası,
 Halley'nin 60, 63
 günöte 59-60, 86-87, 308, 362
 Jüpiter kuyruklu yıldız ailesinin
 123

H

Hale-Bopp Kuyruklu Yıldızı,
 bkz. *ayrı kuyruklu yıldız
 dizini*
 Halley Kuyruklu Yıldızı, bkz.
ayrı kuyruklu yıldız dizini
 Halley, Anne Robinson 58, 69
 Halley, Bayan Edmond
 (babasının ikinci eşi) 69-71
 Halley, Edmond 57-95, 249,
 250-251, 340, 401
 Arapça öğrenmesi 91
 Cassini'nin üzerindeki etkisi
 66-68
 Chester'daki darphanede 87-88
 dünyaya gelişi ve aile geçmişi
 58
 eğitimi 58-60, 64
 eklektik merakları 79-80
 evliliği 68-69
 Gdańsk ziyareti 65
 Kraliyet Astronomu olarak 93
 kuyruklu yıldız kehanetleri 84,
 100, 112, 115, 121
 manyetik çalışmaları 89-90
 Newton ve 74-79, 82-87, 92, 95
 ölümü 94-95, 112
 Savilian kürsüsü profesörlüğü
 90-91
 Savilian kürsüsü
 profesörlüğünün
 esirgenmesi 82
 tarafından bilinen

kuyrukluyıldız yörünge
öğeleri 85
tarafından çizilen güney
semalarının haritası 60, 63-
64, 65
Halley, Edmond (baba) 58-62,
64, 65, 70-71, 76
Halley, Edmond (oğul) 88
Halley, Katherine 79, 95
Halley, Margaret 79, 95
Halley, Mary Tooke 68-69, 79,
88, 94-95, 422
hareketler 75, 272-273
düz yönde 266-267
görünürdeki (paralaks) 53
Güneş'in 358-361
Newton'un Üçüncü Hareket
Yasası 147
sapmalar 132, 147-149, 253
ters yönde 267, 293
yıldızların 94, 252
*ayrıca bkz. yörüngeler;
dolanma; dönme*
Harteck, Paul 137
Harwit, Martin 415
hastalık 371-375
hava haritası 79
havai fişekler 33
Hay, John 177
hayat, başlangıcı 374-375
*Hector Servadac [Güneş
Sistemi'nde Seyahat]
(Verne) 406*
Helfenzrieder 1766 II
Kuyrukluyıldızı, *bkz. ayrı
kuyruklu yıldız dizini*
Helin, Eleanor "Glo" 404
Helmholtz, H. 271
helyum 194

HEOS-2 Yer uydusu 311
Herkül 290
Herschel, John 244
Hevelius, Johannes 64-67, 69,
81, 82, 205
Hidalgo 324
hidrojen 136-138, 179, 267
ağır (döteryum) 380, 410
Yer'in ilkel atmosferinde 373
Hills, J. O. 360, 365
hiperboller, hiperbolik
yörüngeler 61, 83, 124, 127
*Historia Coelestis Britannica
[İngiliz Gök Tarihi]
(Flamsteed) 92*
Hoffman, Antoni 356
Hooke, Robert 63-64
Halley'nin yazışması 67-68
ters orantı yasası ve 73-74, 76-
77, 78
Howard-Koomen-Michels
1979 XI Kuyrukluyıldızı,
*bkz. ayrı kuyruklu yıldız
dizini*
Hoyle, Fred 372, 374
Huggins, William 128-130,
135, 168, 170-174, 177, 182,
368, 391
Humason Kuyrukluyıldızı,
*bkz. ayrı kuyruklu yıldız
dizini*
Humboldt, Alexander von
286-289, 292
I-İ
Ingleby, Holcombe 315
IRAS (Kızılötesi Astronomi
Uydusu) 230, 264, 273, 274

IRAS-Araki-Alcock
 Kuyruklu yıldız, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 Isidorus, Sevilla Başpiskoposu 45
 ışınım basıncı 192, 196, 202, 206, 273, 291
 Juvenalis 329
 İkeya 1963 I Kuyruklu yıldız, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 İkeya-Seki 1965 VIII
 Kuyruklu yıldız, *bkz. ayrı kuyruklu yıldız dizini*
 İkizler Meteor Yağmurları [Geminidler] 292, 295, 324-325
 imparatorlar, ölümlerinin kuyruklu yıldızlarla ilişkilendirilmesi 44
 “İnsan Kaderinin Küçük Söz Sahibi” (Ch’ü Yüan) 34-35
 İo 319
 İosephos 44
 İoudaike *arkhaiologia* [Yahudilerin Tarihi] (İosephos) 44
 iridyum 209, 344-347, 353-354, 357
 istatistik, aktüeryal 68
 İtalya, Gubbio’daki tortul kolonu 343
 iyon (Tip I) kuyruklar 188-189, 193-200
 iyon, tanımlanması 194
 iyonlaştırma 195, 197

J
 Japon Uzay Merkezi 392
 Japonya, Japon: gamalı haçlar 236
 kuyruklu yıldızlar hakkında görüşleri 31, 205
 Jeffreys, Hâkim 71
 Johnson, Samuel 96
Journal of the Plague Year [Veba Yılı Günlüğü] (Defoe) 372
 Jukun halkı 378
 Jüpiter 86
 ayları 121, 126, 166, 319, 326-327
 kuyruklu yıldızlarla çarpışması 329-330, 401, 403
 kütle çekimi 115, 121, 123-126, 280, 297, 325
 manyeto kuyruğu 158
 yakınındaki kuyruklu yıldızlar 39, 115, 117, 121, 123-127, 280-282
 yörüngesi 100, 123-127, 144
 Jüpiter kuyruklu yıldız ailesi 123-127
 K
 kaligrafi, kuyruklu yıldızlarla ilgili 31, 35
 kalkülüs 78, 84
 Kant, Immanuel 105-112, 132, 193, 268-269, 310-311
 Kant-Laplace hipotezi 106, 268-275
 modern yorumu 275-282
 kara delikler 254, 263-264, 361
 karbon bileşikler 141, 171-176, 178-183, 194-195

- karbon dioksit 136, 142, 144,
378, 380
- Katolik Kilisesi 46-50
- Kentaur asteroitleri 228
- Kepler Yasaları 72, 75
- Kepler, Johannes 59, 71-72, 75,
132, 140, 192, 420
- Kheiron [veya Chiron] 150,
228
- !Khung 30, 419, 423
- kısa devirli kuyruklu yıldızlar
117-127, 146-149, 157, 168,
228, 251-253, 280-281
asteroit kökenleri ve 321-326
kraterler ve 326-327
meteor akımları ve 284
yörüngeleri 260, 435
- Kızılötesi Astronomi Uydusu*
(IRAS) 264, 273-274, 324
- kimyasal savaş 177
- Kirch, Gottfried 66
- kirli buz modeli 133-152, 179,
399
geçmişi 135-137
- Kitab-ı Mukaddes 79-83, 108,
312, 340
- klatrak bileşikler 141, 143, 180
- Kobayashi-Berger-Milon
Kuyruklu Yıldızı, *bkz. ayrı
kuyruklu yıldız dizini*
- Kohoutek Kuyruklu Yıldızı,
*bkz. ayrı kuyruklu yıldız
dizini*
- konik kesitler 61-62, 77, 83, 91
- Kopernik, Mikolaj
[Copernicus, Nicolaus] 112
- Koreliler 31
- Kowal, Charles 228
- kraterler 284, 316-321, 325-
327, 347-348, 350, 354-357,
359-360, 363, 378-379, 381
- kitle halinde tükenmeler ve
349, 354-355
- Kretase Dönem 342-350
kitle halinde tükenmeler ve
335-337, 342-345, 400-401
tortul kaydı 344-354
- Kreutz kuyruklu yıldız ailesi
305, 308-309
- kristal kafesi, buzun 139-140,
142-143, 146, 148, 180
- Kritik der reinen Vernunft [Saf
Aklın Eleştirisi]* (Kant) 112
- Kruşçev, Nikita 298-299
- Kudüs, üstünde asılı "kılıç" 44
- kum yığını modeli, *bkz. çakıl
yığını hipotezi*
- kuyrukları, kuyruklu yıldız 29,
32-33, 154, 168, 184-201,
309
bileşimleri 132-133, 174, 176,
180, 186-199, 312
- Chéseaux Kuyruklu Yıldızının
119-120
- Güneş'in aksi yönünü
gösterirken 187, 196-199,
392
- Halley Kuyruklu Yıldızının 174-
176, 392
- içlerindeki siyanojen [kiyanus]
174-177
- meydana gelişleri 145-147,
186-192
- Morehouse Kuyruklu Yıldızının
187
- saçaklanmış 69
- saydamlıkları 42, 165, 184-185
- Tip I (iyon) 186-189, 193-201

Tip II (toz) 186-190, 193, 198, 312
uzunlukları 154, 158, 159
kuyruklu yıldız katastrofizmi 339, 341-342, 353
kuyruklu yıldızlar 38
adlandırılmaları 156
afroz edilişleri 47
anatomileri 151, 153-169
atfedilen talihsizlik ve kötülük 29-37, 43-50, 58, 66, 175-177, 231, 372
başları, *bkz.* kuyrukları, kuyruklu yıldız; başları, kuyruklu yıldız; çekirdek, kuyruklu yıldız
bileşimleri 108-109, 131-152, 178-183, 377-380, 399, ayrıca *bkz.* buz
bir hava türü olarak 40
bölünmeleri 118-119, 132, 149, 150, 162, 167, 232, 304-309
büyüklere kıyasla küçükler 162, 167
çarpmaları 27, 118, 208-210, 231-245, 253, 305-309, 326, 337, 339, 342, 348, 350-351, 355, 360, 377, 401-404, 406
çekirdekleri, *bkz.* çekirdek, kuyruklu yıldız
çeşitli çağlar ve kültürlerde tasvir edilişleri 28-56, 204-205, 243-244, 423-424, 428-430
Çinlilerin görüşleri 29-33, 34, 36-37, 39, 243-244, 423-424
doğüstü olmaları 66
döküntüleri 291-296, 300-303, 399
fışkırmaları 229, 291, 307, 399
gaz salmaları 145, 162, 167-168

gelip geçen yıldızlar ve 39, 256-258, 260-261, 262, 414
hakkında Aristotelesçi görüş 39-42, 50-55, 57, 68, 131, 193
hakkında ilk bilimsel görüşler 37-45
hakkında Kant'ın görüşleri 106-109
hakkında temelsiz görüşler 43-50
hayatın başlangıcı ve 371-383
iyicil görme veya iyimser görüşler 369-370
Japonların görüşleri 31, 205
kayıplara karışmaları 118, 132
keşifleri 155-157
"kılıçlar" olarak 44, 205
kısa devirli, *bkz.* kısa devirli kuyruklu yıldızlar
köken ve evrimleri 275-282
kullanımları 406-414
kütle çekim kuvvetleri 166-167
kuyrukları *bkz.* kuyrukları, kuyruklu yıldız
meteorlar ve 118-119, 133-136, 284-286, 291-295, 297
mitolojik 230-245
orman kaplılar 410-411
paralaks ölçümleri 52-53
parlaklıkları 153-156, 162-164, 185, 234
pıhtılaşmış günahlar olarak 49-50
şafak vakti 154-157, 186
şekilleri 202-245
"şer alameti" 69
tayfları, *bkz.* spektroskopi
tozlu 168-169
üstünde hayali yolculuk 17-27, 121

uzun devirlileri, *bkz.* uzun
devirli kuyrukluyıldızlar
Wright'ın ölçekli çizimleri 100-
106
yeni 122-123, 127-128, 168
yeniden keşifleri 157
yıldızlararası 253
yönlerini değiştirme 401-407
ayrıca bkz. belirli
kuyrukluyıldızlar

kuzey ışığı 44, 193
kükürt 179
kürecikler 370
kütle çekimi 72-73, 75-77, 84,
120-123, 269-275
dönemsel farklılar ve 86
ekvatorda 63
Güneş'in 257, 262, 306, 312-
313
Jüpiter'in 115, 121, 123-126,
280, 297, 325-326
karşı koyma 117
kuyrukluyıldızların 165-167
ters orantı yasası 61-62, 72-76,
79
Yer'in 120, 228

L

Lalande, Joseph-Jérôme de
113-115
Lambert, Johann Heinrich
258, 418
Leclerc, George-Louis, Buffon
Kontu 304-305, 307
Leibniz, Gottfried Wilhelm
111-112
Lepaute, Nicole-Reine Étable
de la Brière 113-115
Lexell 120-121
Lexell Kuyrukluyıldızı, *bkz.*

ayrı kuyrukluyıldız dizini
Li Ch'un Feng 36-37
Londra 58, 68, 372
Londra Veba Salgını (1664-
1665) 58, 372
Londra'daki Royal Society
[Londra Kraliyet Derneği]
59, 62-64, 73-75, 80, 89, 93
Halley'nin gerçekleştirdiği
dönüşüm 75-76
Lucanus 43-44
Luther, Martin 49-50

M

MacPike, Eugene Fairfield 70
maddenin halleri 144
Manş Denizi 66
manyetizma 193-197
hakkında Halley'nin çalışması
88-90
Mariner 2 197
Mars 148, 378
ayları 163, 166
ilk zamanlarındaki ortam 380-
381
robotlu ve insanlı uçuşlar 403
Wright'ın tasviri 100
yörüngesi 124, 144-145
yüzeyindeki havzalar 327
yüzeyindeki kraterler 319
Marsden, Brian 308
Massachusetts Teknoloji
Enstitüsü [MIT] 348
Mawangdui atlası 32, 39, 243-
244
memeliler 336-337, 349
merkezkaç kuvvet 270
Merkür:
geçişi 63

Wright'ın tasviri 100
yörüngesi 59
metan 136, 141, 144, 179, 277,
373, 378-379
metan buzu 141-145, 147-148,
180
Meteor Saçılım İletişimi 426
meteor yağmurları 284, 289-
290, 324-325, 374
Aslan [Leonit] 288, 289
Çinlilerin görüşleri 286
Drakonit [veya Giacobinit]
295, 394
düzenlilikleri 290
İkizler [Geminit] 295, 325
kuyrukluyıldızlar ve 291-295,
297
Perse [Kahraman] 290
(yirminci yüzyılda) çıplak
gözle görülen başlıca
meteor yağmurları listesi
436
meteoritler 284-286, 324
meteorlar 57, 284-297, 298,
305
ateş topları 284, 286, 292-293,
297
atfedilen kötülük 285-286
bilimin ortaya çıkışından
önceki görüşler 285-286
hız kesmeleri 295
hız ve yönleri 293-297
kuyrukluyıldızlar ve 118-119,
133, 284-286, 291-298
sporadik 284, 297
Mısırlılar 37-38
mikro kraterler 321
mikro-meteoritler
[göktaşçıkları] 293
mikroplar 371-372

Milton, John 99
Mimas 327
Moctezuma II, Meksika
İmparatoru 48-49, 205
moleküller 180-183
ana 178-179, 391-392
organik 181-183, 373, 376-384,
409-410
suyun 136-142, 146, 148
yükü 195, 197
Morehouse Kuyrukluyıldızı,
*bkz. ayrı kuyrukluyıldız
dizini*
Mrkos Kuyrukluyıldızı, *bkz.
ayrı kuyrukluyıldız dizini*
Muller, Richard 366
Myndoslu Apollonios 42-43,
68

N

Napolyon I, Fransa
İmparatoru 62
Naturales Quaestiones [Doğa
Araştırmaları] (Seneca)
202, 249
Naziler 137, 235
NEAR ("Yer'e Yakın Asteroit
Buluşması") 405
Nemesis 365-366
Neptün 126, 278, 281
Neron, Roma İmparatoru 41-
42
neslin tükenmesi 331-367,
399-401
galaksi içinde salınım teorisi
358-361, 365-366
ölüm yıldızı teorisi 362-366
Neujmin Kuyrukluyıldızı, *bkz.
ayrı kuyrukluyıldız dizini*

New York Times 365-366
Newton, Sör Isaac 62, 74-79,
82-87, 91-92, 95, 101-105,
116-117, 147, 185, 368-369
kuyruklu yıldızların bileşimi
hakkında 131, 135-136
Royal Society'nin başkanı
olarak 91-92
spektroskopi ve 172, 178-179
Newton'un kuyruklu yıldızı,
bkz. Büyük 1680
Kuyruklu yıldızı
nikel 407
Nükleer Kış 348-349, 410
nükleer silahlar,
kuyruklu yıldız veya asteroit
yörüngesi ve 404-407
nükleik asitler 373, 376-377

O-Ö

oksijen 136

okyanuslar:

Mars ve Venüs'te 379-381

Yer'de 376-378, 381

Oljato 325

Oort Bulutu 22, 72, 254-265,
279-282, 361-363, 375, 405,
411-414

kuyruklu yıldızların kaçması
414

meydana gelişi 279-280

Oort, Jan Hendrik 254-258,
260-261, 264

organik moleküller 178-183,
373, 377-384, 409-410

orman kaplı kuyruklu yıldızlar
411-412

Orta Çağ, kuyruklu yıldızlar
hakkında görüşler 45-46

Oxford Üniversitesi 60, 63-64,
80, 90

ozon tabakasının

seyrekleşmesi 90, 350-351,
401

ölüm yıldızı teorisi 362-367

Öpik, Ernst 254, 256, 322

P

Palitzsch, Johann 115

paraboller 59, 61-62, 83

paralaks (görünürdeki
hareket) 52, 53

Paramour, HMS 89-90

Paris Gözlemevi 66

Pathfinder ["Kılavuz"] 397

Paulsen, Friedrich 111

Pergeli Apollonios 61-62, 91

Perse Meteor Yağmurları
[Perseitler] 290

Phaeton 324

Philosophical Transactions 59,
75, 91

Phobos 327

Pholos [veya Pholus] 228

Pickering, W. H. 342

Pierre Simon, Laplace Markisi

48, 115, 121-123, 127, 135,
137, 147, 175, 184, 252-253,
260, 268-273, 290, 304-305,
338-342, 415, 420

kuyruklu yıldız katastrofizmi ve
338-342, 353

III. Callixtus ve 48

ortaya attığı kuyruklu yıldız
bulutu teorisi 252

ayrıca bkz. Kant-Laplace
hipotezi

Pioneer uzay aracı 125-126,
312
Pioneer Venüs Yörünge Aracı
325, 390
Pius X, Papa 171
platin 343-344, 346, 407
Platina 48
Plinius (Yaşlı) 43-44, 83, 153,
196, 205, 234
Plutarkhos 285
Plüton, kurtulmuş uydu 278
Pons-Winnecke
 Kuyrukluyıldızı, bkz. *ayrı*
 kuyrukluyıldız dizini
Powers, Francis Gary 299
Poynting, J. H. 312-313
Poynting-Robertson Etkisi 313
Prinosophiae Naturalis Principia
 Mathematica (Doğal
 Felsefenin Matematiksel
 İlkeleri) (Newton) 78-79,
 101, 368-369
proteinler 373
Protestan Reformu 49
proto-kuyrukluyıldızlar 280
Pythagorasçılar 39

Q-R

Quetzalcóatl 49
radar 134, 162, 169, 297, 345
radyo spektroskopisi 181
radyoaktif atomlar 375
Ragnarok: The Age of Fire and
 Gravel [Ragnarok: Ateş
 ve Çakıl Çağı] (Donnelly)
 231-232, 341, 345-346
Raup, David M. 353-354
RD asteroitleri 323

Rheia 318, 319
Robertson, H. P. 313
roket etkisi 147, 149, 165, 168,
324
Romalılar, antik,
 kuyrukluyıldızlar hakkında
 görüşleri 37, 41-45
Rosetta Projesi 406
Rönesans 46

S-Ş

saatler:
 deniz suyunun tuzluluğunu
 zaman ölçümünde
 kullanma 82-83
sarkaçlı saat 63
saçlar 97, 101, 118, 132-133,
145-146, 148-150, 158-159,
161-162, 167-169, 173-174,
178-182, 191, 194, 200, 203,
229-230, 291, 321-323, 325,
391
bileşenleri 159, 180
büyüklükleri 158
meydana gelişleri 145
ortak saçlar 118
sürülmeleri 203
Safronov, V. S. 280
Sagdeev, Roald 395
Sakigake 392-393, 396
Salisbury Piskoposu 60
Salpeter, E. E. 415
Samanyolu 269
 hakkında Demokritos'a kıyasla
 Aristoteles 41
 hakkında Kant 106
 hakkında Wright 99, 106
 kuyrukluyıldızların bağlantısı
 262-263

şekli 358

sarmal bulutsu M31 106

sarmal bulutsular [spiral
nebulalar] 106, 269, 271

Satürn 86, 126

ayları 66, 163, 166, 272, 318,
319

halkaları 66, 108, 268, 272, 310

kütle çekimi 115, 280

yörüngesi 100, 144, 145

savaş, kimyasal 177

Schliemann, Heinrich 235, 239

Schwassmann-Wachmann 1

Kuyrukluyıldızı, *bkz. ayrı
kuyrukluyıldız dizini*

Seneca, Lucius Annaeus 28,

37-38, 41-43, 55, 68, 202,

232, 234-235, 249, 304, 310,
329

Sepkoski, J. John, Jr. 335, 353-
354

Shakespeare, William 184

Shelley, Percy Bysshe 116

Shoemaker, Eugene M. 326-
327

Shoemaker-Levy 9

Kuyrukluyıldızı, *bkz. ayrı
kuyrukluyıldız dizini*

sıcaklık 138-145, 148

hayatın başlangıcı ve 375

Kretase Dönemde 349

Sicilyalı Diodorus [Sikeliotes]
37

silikatlar 144, 178, 180-182,
277, 375

Simpson, John 395-396

siyanojen 174-177, 181

siyanür 174, 177, 347

Skylab [uzay istasyonu] 164,

176-177

Sloan, Sör Hans 93

Smith, Bradford A. 274

Solar Maksimum Gözlemevi
[SolarMax] 390

Sovyetler Birliği 382, 393-395,
397

U-2 hadisesi ve 299

spektroskopi 171-176, 178-
183, 391-392

kuyruklar ve 189, 194

radio spektroskopi 181

St. Helena Adası 60-63

St. James Kilisesi (Londra) 68

Stardust uçuşu 405-406

Stevenson, Robert Louis 304

Stoney, G. Johnstone 309

su 277, 368-369, 409
buz olarak 136-152, 178, 321-
322

kuyrukluyıldızlara kıyasla

kuyrukluyıldız olmayan

kaynakları 375-376

molekülleri 136-141, 146, 148

Suisei uzay taşıtı 393, 396

süblimleşme [uçunum], *bkz.*
buğulaşma

Swift, Jonathan 170

Swings, Pol 137, 390

Şarlman, Kutsal Roma-

Germen İmparatoru 44

Şiva 366

T

Tebbutt 1861 II

Kuyrukluyıldızı, *bkz. ayrı
kuyrukluyıldız dizini*

tektitler 355

teleskoplar 53, 59

yörüngeye oturtulan 168
“Temmuz 1819
Kuyruklu yıldızı ve Sinyora
Bietta” 190
Terrile, Richard J. 274-275
The Royal Institution (Londra)
260
konferanslar 128-130
The Times (Londra) 236, 315
Tibet’teki gamalı haçlar 236
Todd, Mabel Loomis 388-390
Tolstoy, Lev 431
Tongalar 29
toplanma [akresyon] diski
269-271, 402, 415
toplumsal türsellik 412
toz 307
burçlar bulutundaki 310-316,
357
Kant-Laplace hipotezinde 275-
277
stratosferdeki 300-302, 370
toz kuyruklu (Tip II
kuyruklu) 186, 188, 189,
198, 312
tozlu kuyruklu yıldızlar 168-
169
trilobitler 333, 336
Trinity College 73
Troya’daki gamalı haçlar 238-
239
Tshi halkı 29
Tsiolkovski, Konstantin
Edvardoviç 387
Tso Ch’iu-ming, Üstat 31
Tufan, Kitab-ı Mukaddes’teki
79-82, 108, 340
Tunguska patlaması 315, 317,
403

Turner, Herbert Hall 257
Türkler, Türklere karşı
Hristiyanlar 46-47
türler 334
Tycho Brahe 50-54, 59, 64
Tycho’nun kuyruklu yıldızı,
bkz. Büyük 1577
Kuyruklu yıldızı
Tycho’nun süpernovası (1577
süpernovası) 50, 272

U-Ü
U-2 hava taşıtı 298-300, 303,
314
uçucu olmayana [refrakter]
kıyasla uçucu maddeler 132
uçuculara kıyasla uçucu
olmayan [refrakter]
maddeler 132
uçuculaşma, *bkz.* buğulaşma
ulus devletler 412-413
Ulusal Havacılık ve Uzay
Dairesi (NASA) 298-300,
394, 402, 405
Uluslararası Güneş-Yer Kâşifi-3
[ISEE 3] 394
Uluslararası Kuyruklu Yıldız
Kâşifi (ICE) 394
Uranüs 280
Urey, Harold C. 337, 355
uzay madenciliği 408
Uzay Mekiği 390
uzayın kolonizasyonu 414, 418
uzun devirli kuyruklu yıldızlar
122-125, 127, 146, 164, 168,
251, 290
bölgesi 254-255
tanımlanması 122, 253

tarafından meydana getirilen
krater ve aylar 326-327
yörüngeleri 253-255, 260, 434
üst atmosfer tabakası
araştırmaları 300-303

V-W

Vega (yıldız) 273
Vega uzay aracı 382, 393-399
Velikovsky, Immanuel 232, 401
Venüs 162, 393
geçiş 80
ilk zamanlarındaki ortam 380-
381
Wright'ın tasviri 100
yüzeyindeki kraterler 319
Vergilius 283
Verne, Jules 406, 419
Vespasianus, Roma
İmparatoru 44
Viking uzay aracı 163-164, 378
Vitaie pontificum ["Papaların
Hayatları"] (Platina) 48-49
Voltaire 96, 406
Voyager uzay araçları 125-126,
163-164, 259-260, 268, 318,
408
Wells, H. G. 177
West Kuyruklu Yıldızı, *bkz. ayrı
kuyruklu Yıldız dizini*
Westfall, Richard S. 77
Whipple, Fred L. 135-152, 179,
399
Whipple-Fedtké-Tevzadze
Kuyruklu Yıldızı, *bkz. ayrı
kuyruklu Yıldız dizini*
White, Lincoln 298-299
Wickramasinghe, N. C. 372,
374

Wild 2 Kuyruklu Yıldızı, *bkz.
ayrı kuyruklu Yıldız dizini*
William III, Büyük Britanya
Kralı 88-89
Wilson, Thomas 237-239
Winnecke II Kuyruklu Yıldızı,
*bkz. ayrı kuyruklu Yıldız
dizini*
Wirtanen Kuyruklu Yıldızı, *bkz.
ayrı kuyruklu Yıldız dizini*
Wolfe, Ruth 326-327
Wren, Christopher 73, 78
Wright, Thomas 97-106, 158,
251, 269, 358, 413
Würm, K. 137

Y

Yer 83, 376-379, 381
Güneş'in Yer'den uzaklığı 80
hakkında Aristotelesçi görüş
40-41, 50, 52
hayatın başlangıcı 374-379
için ortaya atılan halka sistemi
108
ilk zamanlarındaki atmosferi
373, 375, 378-379
kuyruklu Yıldız çarpması 27,
79, 120-121, 150-151, 174-
176, 231-244, 326, 329-331,
337-342, 345, 349-352, 377,
379, 400-404, 406-407
kuyruklu Yıldızın Yer'den
uzaklığının ölçümü 52-54
kütle çekimi 120, 228
Wright'ın tasviri 100-101
yörüngesi 59, 124
yüzeyindeki kraterler 319-320,
325-327, 347-348
Yer'e Yakın Cisimler (YYC)

267, 402-407
uzay aracı gönderme 402-406
yıldızlar 39, 257-258, 260-261,
262, 414-415
akanyıldızlar, *bkz.* meteorlar;
meteor yağmurları
bileşimleri 172-173
çift yıldız sistemlerinin 362-
364, 416
hareketleri 93, 252
sabit 93
yıldızlararası bulutlar, *bkz.*
Kant-Laplace hipotezi
Young, Edward 170
yörüngeler 67-68, 83-87, 144,
145, 249-265, 329-330
asteroidlerin 266-267
dairesel 59, 73, 83, 124-125,
149, 266-267, 281
devir süresi 71, 72, 117-123,
124-125
dış merkezli 252, 260, 267,
272-273
düz yöne kıyasla ters yön 126
eliptik 19, 59-60, 61, 73, 83-84,
91, 124-125, 251, 267, 281

günberileri 60, 84, 115, 135,
168-169, 251
günötelere 59, 60, 86-87, 123,
126, 146, 251, 308, 362
hakkında Newton'un görüşleri
77
hiperbolik 61, 83, 91, 124-125,
127
Jüpiter'in 100, 123-127, 144
kütle çekimi ve 115, 120, 123-
126
kuyruklu yıldız yörüngeleri,
Halley tarafından bilinen 85
nadiren geri gelmeleri ve 250-
252
Satürn'ün 100, 144, 149
seçili kısa devirli 260, 435
seçili uzun devirli 434
Yer'in 59, 124
yönlerini değiştirme 402-406
Yunanistan'da, antik,
kuyruklu yıldızlar hakkında
görüşler 39-41
zehirli gaz 174-175, 177

kuyrukluyıldız dizini

1066 Kuyrukluyıldızı 46
1528 Kuyrukluyıldızı 33, 38
1531 Kuyrukluyıldızı, *bkz.*
 Halley Kuyrukluyıldızının
 tezahürleri
1556 kuyrukluyıldızı 45
1577 Kuyrukluyıldızı 53, 54
1590 Kuyrukluyıldızı 67
1607 Kuyrukluyıldızı, *bkz.*
 Halley Kuyrukluyıldızının
 tezahürleri
1618 Kuyrukluyıldızı 56
1664 Kuyrukluyıldızı 58
1665 Kuyrukluyıldızı 58, 101
1680 Kuyrukluyıldızı,
 bkz. Büyük 1680
 Kuyrukluyıldızı
1682 Kuyrukluyıldızı, *bkz.*
 Halley Kuyrukluyıldızının
 tezahürleri
1729 Kuyrukluyıldızı 164, 229,
 375-376
1742 Kuyrukluyıldızı 101
1744 Kuyrukluyıldızı 101
1811 Kuyrukluyıldızı 168, 431

1861 Kuyrukluyıldızı,
 bkz. Büyük 1861
 Kuyrukluyıldızı
1910 Kuyrukluyıldızı, *bkz.*
 Halley Kuyrukluyıldızının
 tezahürleri; 1910'un Büyük
 Şafak Vakti Kuyrukluyıldızı
1910'un Büyük Şafak Vakti
 Kuyrukluyıldızı 154

A

Arend-Rigaux Kuyrukluyıldızı
 323-324
Arend-Roland Kuyrukluyıldızı
 67, 233

B

Bennett 1970 II
 Kuyrukluyıldızı 241
Biela/Gambart Kuyrukluyıldızı
 118-119, 122, 133, 291, 307
Bradfield Kuyrukluyıldızı 205
Brooks Kuyrukluyıldızı 191
Brorsen I Kuyrukluyıldızı 175

Büyük 1577 Kuyruklu yıldız
53, 54, 205

Büyük 1680 Kuyruklu yıldız
66, 69, 86-87, 97, 101, 122,
132, 427

bileşimi 131-132

çekirdeği 97, 101

güneşi yalayıp geçiş

kuyruklu yıldız olarak 306

saçı 101-102

uzun devirli kuyruklu yıldız
olarak 122

Wright'ın tasviri 100, 101

Büyük 1729 Kuyruklu yıldız
164, 229, 375-376

Büyük 1811 Kuyruklu yıldız
168, 431

Büyük 1861 Kuyruklu yıldız
176, 206, 233-234

üstündeki toz fıskiyesi 227

Büyük 1881 Kuyruklu yıldız
173

Büyük 1882 Kuyruklu yıldız
129, 161, 179, 306

C

Coggia 1874 III
Kuyruklu yıldız 236

D

De Chéseaux Kuyruklu yıldız
119, 122

Donati Kuyruklu yıldız:
kuyrukları 188
sürdüğü saçlar 203

E

Encke Kuyruklu yıldız 117,
132, 292, 317, 324

çekirdeği 134

dönme süresi 165, 252

eliptik yörüngesi 19

hareketindeki sapmalar 132-
133, 147

G

Giacobini-Zinner

Kuyruklu yıldız 295, 394

H

Hale-Bopp Kuyruklu yıldız
19-20, 164, 210, 227, 229

Halley Kuyruklu yıldız 156,
422-426

çekirdeği 150, 161, 210, 399,
422

eliptik yörüngesi 22

günberi geçişi 187, 421, 422

kısa devirli kuyruklu yıldız
olarak 122, 252

kuyruğu 174-175, 392

küresel bir kültürel hadise
olarak 428-429

Halley Kuyruklu yıldızının
tezahürleri:

66'daki 44

684'teki 205

760'taki 424

1066'daki 205

1301'deki 208, 393

1456'daki 46-47, 53

1531'deki 84-87

1607'deki 84-87

1682'deki 69, 84-86, 100-101,
112-113

1759'daki 112, 115

1910'daki 154, 155, 161, 174-
177, 181, 187, 205, 231, 377,
388-389, 392

1985-1986'daki 157, 379, 386,
390-399, 423
2061'deki 395, 425
2134'deki 425
Helfenzrieder 1766 II
Kuyrukluyıldızı 120
Howard-Koomen-Michels
1979 XI Kuyrukluyıldızı
308-309
Humason Kuyrukluyıldızı 198

I-İ
IRAS-Araki-Alcock
Kuyrukluyıldızı 230
İkeya 1963 I Kuyrukluyıldızı
165
İkeya-Seki 1965 VIII
Kuyrukluyıldızı 306

K
Kobayashi-Berger-Milon
Kuyrukluyıldızı 176
Kohoutek Kuyrukluyıldızı 164,
179, 252, 311

L
Lexell Kuyrukluyıldızı 120-
122, 338

M
Morehouse Kuyrukluyıldızı
187
Mrkos Kuyrukluyıldızı 198

N
Neujmin Kuyrukluyıldızı 323

P
Pons-Winnecke
Kuyrukluyıldızı 134

S
Schwassmann-Wachmann 1
Kuyrukluyıldızı 149-150,
169, 228-229, 323
Shoemaker-Levy 9
Kuyrukluyıldızı 209-210,
326, 329-330, 401, 403

T
Tebbutt 1861 II
Kuyrukluyıldızı 206, 234

W
West Kuyrukluyıldızı 156, 207,
306, 307
Whipple-Fedtké-Tevzadze
Kuyrukluyıldızı 196, 197
Wild-2 Kuyrukluyıldızı 405-
406
Winnecke II Kuyrukluyıldızı
173, 175
Wirtanen Kuyrukluyıldızı 307,
405

Göklerimizi süsleyen bu ziyaretçiler ne menem şeylerdir acaba? Artık biliyoruz ki, bunlar hayat verdikleri gibi can da alıyorlar ve bizi kökenlerimiz hakkında bilgilendiriyorlar.

Kuyrukluyıldız bir kuyrukluyıldız üstünde uzayın bir başından bir başına gidip gelinen nefes kesici bir yolculukla başlıyor. Pulitzer ödüllü astronom, *Kozmos* ve *Mesaj* gibi onlarca popüler eserin yazarı Carl Sagan, elinizdeki kitapta yazar Ann Druyan'la birlikte kuyrukluyıldızların kökeni, doğası ve geleceğiyle onlara yüklenen egzotik mitleri ve alametleri mercek altına alıyor. Yazarlar kuyrukluyıldızların nasıl bilim tarihindeki bazı büyük keşifleri teşvik ettiğini gözler önüne serip, yıldızlararası karanlıktan gelen bu ziyaretçiler hakkında ilginç mi ilginç sorular soruyorlar:

Dinozorların akıbeti ve insanların ortaya çıkışı boşboğulaşan bir kuyrukluyıldızdan mı kaynaklanmıştı? Kuyrukluyıldızlar dünyaları meydana getiren yapı taşları mı?

Büyüleyici, yaratıcı ve ilham verici."

The Washington Post

"Tek kelimeyle en iyisi."

Times of London

"*Kuyrukluyıldız* bilimi herkesin anlayacağı hale getirmiş, güzel ve ilginç bir kitap."

United Press International

"Bir başyapıt... Bilim, şiir ve hayal gücü."

The Atlanta Journal & Constitution

