

## Yıldızların Yaşamına Kısa Bir Bakış

Ahmet Alperen Güngör

Karanlık bir gecede gökyüzüne baktığımızda yüzlerce küçük cismin parıldadığını görürüz, birçoğumuzun bildiği gibi gökte parıldaayan bu küçük cisimlerin büyük çoğunluğunu yıldızlar oluşturur. Her yaştan insanı etkilemiş; insanlık tarihi boyunca sanatta, bilimde, her türlü kültürel etkinlikte adından söz ettirmeyi başarabilmiştir yıldızlar. Peki, tam olarak nedir bu gökyüzündeki küçük parlak objeler? Neredeyse her gün gökyüzünden dünyaya göz kırpan, hayatımızın birçok alanında yer edinmeyi başarmış yıldızları aslında ne kadar iyi tanıyoruz? Neden böyle güzel bir şekilde parıldarlar, neden bu kadar küçük gözükürler, nasıl oluşurlar; bu tür soruları kendimize sorduğumuzda acaba ne kadarına cevap verebiliyoruz? Bu yazıda kısaca bu soruları cevaplayıp yıldızların genel yaşam döngülerinden bahsedeceğiz.

### Gökyüzündeki diğer cisimler:

Yıldızların dünyasına adım atmadan önce, kısaca gökyüzünde görebileceğimiz diğer objelerin neler olduğundan bahsedelim. Gökte parıldaayan cisimlerin büyük çoğunluğunu yıldızlar oluşturur, ancak sayıca az da olsalar gökyüzünde yıldızlar haricinde başka cisimleri de çıplak gözle gözlemlemek mümkündür. Bu cisimlerin başında Güneş sistemimizdeki diğer gezegenler gelir, uygun zaman ve ortamda her birini çıplak gözle görebilmek mümkündür. Bu gezegenler içinde en belirgin olanı ise Dünya'ya en yakın gezegenlerden biri olan Venüs'tür. Yüzeyinin ışığı yansıtma yüzdesi yüksek olduğu için diğer gezegenlere oranla daha parlak bir şekilde Venüs'ü gökyüzünde gözlemleyebiliriz. Ayrıca ufak bir taktik, genelde yıldızlardan gelen ışık aradaki mesafeden ötürü titriyormuş gibi gözükürken gezegenlerden gelen ışık ise

titremez, bu sayede gece gökyüzüne bakarken gördüğümüz bir noktanın yıldız mı yoksa gezegen mi olduğunu ayırt edebiliriz.

Gezegenler ve yıldızlar dışında gökyüzünde insan yapımı uyduları, meteorları ve kuyruklu "yıldızları" da görebiliriz. Kuyruklu yıldızlara



her ne kadar yıldız desek de aslında yıldız değillerdir, uzayda donmuş halde bulunan gaz-toz artıklarıdır. Bu donmuş halde bulunan kütle Güneş'e yaklaştıkça katıdan gaza dönüşmeye başlar ve kuyruk olarak nitelendirdiğimiz görüntü ortaya çıkmış olur. Bu cisimleri yıldız diye sınıflandırmak çok doğru olmaz, yıldızların yaşamları birazdan da anlatacağımız üzere çok daha farklı ve ihtişamlı birer hikayedir. Ayrıca, çıplak gözle gözlemlenecek uygun koşullara nadiren rastlansa da Larry Sessions (2018)'in de dediği gibi olası bir süpernova patlamasını gökyüzünde görebilmek mümkündür. Tüm bunlara uygun konum ve zamanda çıplak göz ile tanık olabiliriz ama her zaman gökyüzüne baktığımızda göreceğimiz küçük parlak noktaların çoğunluğu yıldızlar olacaktır.

### **Yıldızlar tam olarak nedir?**

Yıldızları kendi çıplak gözümüzle görebildiğimiz kadarıyla tanımlayacak olsaydık, geceleri ortaya çıkan parlak küçük noktalar diyebilirdik. Ancak bilimsel olarak yıldızlar, bundan çok daha karmaşık ve bir o kadar da ilgi çekicidirler; kısaca tanımlayacak olursak çoğunlukla hidrojen ve helyumdan oluşan, merkezinde gerçekleşen nükleer reaksiyonlar sonucunda ısı ve ışık üreten gaz küreleridir diyebiliriz. Stony Brook Üniversitesinde bir astrofizikçi olan Paul Sutter'a (2021) göre ise, çekirdeğindeki yerçekiminden doğan basınç sayesinde elementleri füzyonlayabilecek yeterli büyüklüğe sahip olan her cisim bir yıldızdır.

### **Yıldızların yaşam döngüsü:**

Aynı insanlar gibi yıldızların da yaşam döngüleri vardır, belirli bir noktada yaşam serüvenlerine başlarlar, ve bu serüven bir aşamaya erişince son bulur. İlgi çekici bir şekilde, bu yaşam serüveni her yıldız için aynı değildir, yıldızdan yıldıza farklılık gösterir; gerek yaşama süreleri olsun gerek ölüm süreçleri olsun yıldızlar da yine insanlar gibi farklı şekillerde hayatlarını sürdürürler (Zeilik, 1978). Bir yıldızı diğerinden ayıran en büyük etken ise kütleleridir, bir yıldızın kütlesi onun kaderini belirler, hayatının geri kalanını nasıl yaşayacağını şekillenmesinde büyük rol oynar.

### **Yıldızların doğuşu ve ana sekans süreci:**

Daha önce de bahsettiğimiz üzere yıldızlar, temelde yerçekimi tarafından bir arada tutulan, gaz ve toz küreleridir (Stahler, 1991, p.48). Yıldızların oluşması da temelinde bu prensibe dayanır. Yıldızların hayat serüvenine başladığı yer nebula adındaki hidrojenlerden oluşan gaz ve toz bulutlarıdır (bu

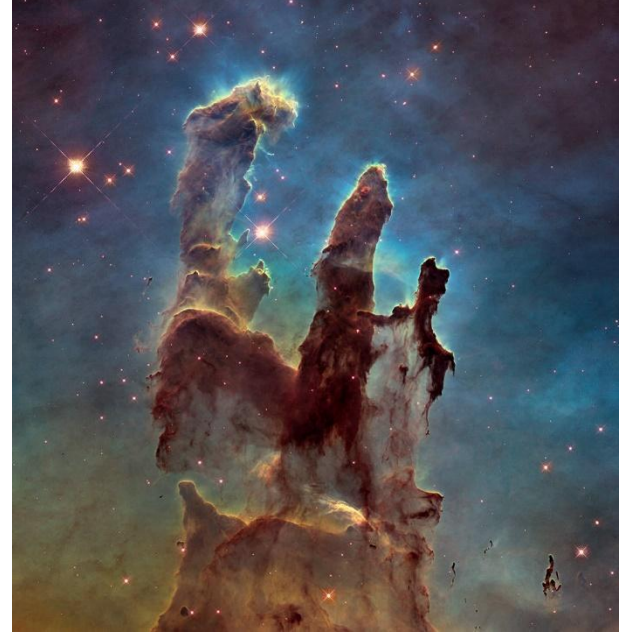
yüzden dilimizde bulutsu olarak da adlandırılır). Ancak bu bulutsuların kütleleri çok yüksek olduğu için aradan uzun bir süre geçtikten sonra yerçekimi kuvvetine dayanamaz ve bulutlarda bulunan materyaller içe doğru çökmeye başlar. Bu evredeki yıldızlara önyıldız denir. Materyaller içe doğru çöktükçe basınç artar ve sıcaklığın yükselmesine yol açar. Artan sıcaklık ve basınç dışarıya doğru itirici bir kuvvetin oluşmasını sağlar, dışarıya doğru olan bu kuvvet ile içeriye doğru çeken yerçekimi kuvveti birbirine eşit olduğu sürece yıldız içeri doğru çökmeden veya dışarı doğru patlamadan hidrostatik dengede hayatını sürdürür. (Stahler, 1991)

Uzun bir süre (milyonlarca yıl ve daha fazlası) boyunca sıcaklık yükselmeye devam eder. Sıcaklık yaklaşık olarak 10 milyon kelvine ulaştığında, çekirdekte füzyon reaksiyonunun başlaması için uygun sıcaklığa erişilmiş olunur. (Stahler & Palla, 1991). Çekirdekte füzyon reaksiyonları başladığı anda yıldız, önyıldız adı verilen süreçten çıkıp, ana sekans adı verilen sürece girmiş olur; artık tam anlamıyla yıldız diyebileceğimiz bir konuma gelmiş olurlar ve hayatlarının büyük bir çoğunluğunu çekirdeklerindeki yakıtlarını harcadıkları bu süreçte geçirirler. (Bok, 1972).

Çekirdekte gerçekleşmeye başlayan bu füzyon reaksiyonları, temelde çok basit bir çalışma mantığına dayanır; hafif kütleli iki atom bir araya gelerek daha ağır kütleli başka bir atomu oluşturur. Yıldızların çekirdeklerindeki hidrojenler de birleşip helyum elementini oluşturmaya başlarlar. Milyonlarca yıl boyunca devam edecek olan bu süreç sırasında ise yüksek miktarda ısı ve ışık açığa çıkar, bu sebeptendir ki geceleri gökyüzüne baktığımızda Dünya'dan çok uzak olmalarına rağmen yıldızların parlamalarını az da olsa görebiliriz.

### **Yıldızlardan örnekler:**

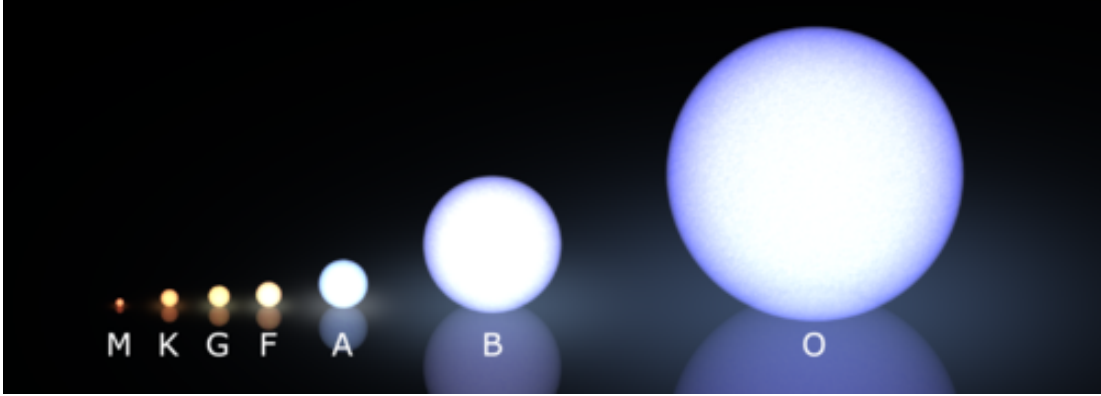
Her ne kadar çoğu yıldızın yaşam döngüsü temelde birbirine benzese de birçok çeşitte, renkte, parlaklıkta yıldızları gözlemlemek mümkündür. Milyonlarca farklı yıldızın sınıflandırılmasında kullanılan faktörlerin arasında yıldızın kütlesi ve sıcaklığı da vardır. Belirli standartlara sahip birbirlerine benzeyen yıldızlar genellikle aynı şekilde kategorize edilir, bu kategorizasyon metodlarından biri de



Kartal Bulutsusunda bulunan Yaratılışın Sütunları

[http://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/pillars\\_of\\_creation.jpg](http://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/pillars_of_creation.jpg)

spektral sınıflandırmadır (Garrison, 1994). Aşağıdaki spektral sınıflandırma görselinde de görebileceğiniz üzere yıldızların boyutları ve sıcaklıkları birbirlerinden farklıdır, sıcaklıklarındaki bu farktan ötürü yaydıkları ışığın rengi de birbirlerinden farklıdır. Güneş gibi sıcaklığı 5000-6000 kelvin civarında olan yıldızlar G tipi yıldız olarak geçer ve görünür spektrumda sarı renkte ışık yayarlar , ancak her ne kadar 5500 kelvin olağanüstü bir sıcaklığı temsil etse de Güneş'ten çok daha sıcak yıldızları evrende gözlemlemek mümkündür.



Spektral yıldız sınıflandırması

<https://www.schoolsobservatory.org/sites/default/files/astro/obafgkm.jpg>

Yıldızların sıcaklığı arttıkça yaydıkları ışık da mavi-beyaz rengine doğru kaymaya başlar. Sıcaklığın yüksek olması enerjinin de yüksek olduğu anlamına, enerjinin yüksek olması da dalga boyunun daha kısa olması anlamına gelir, bu da spektrumda mavi renginin olduğu bölgeye tekabül eder. 7500 kelvin ve daha yüksek sıcaklıklara ulaşıldığında bu sebepten beyaz-mavi olarak yıldızları görmeye başlarız, A tip olan Altair ve Vega yıldızları bu türdeki yıldızlar için güzel birer örnektir.



Altair Yıldızı

<https://www.astronomytrek.com/wp-content/uploads/2017/04/Altair-Star.jpg>

Güneşten daha sıcak yıldızlar olduğu gibi daha soğuk yıldızlar da vardır. Yıldızların sıcaklıkları azaldıkça yaydıkları ışık da turuncu-kırmızı rengine doğru kaymaya başlar. Sıcaklığın düşük olması enerjinin de düşük olduğu anlamına, enerjinin düşük olması da dalga boyunun daha uzun olması anlamına gelir, bu da spektrumda kırmızı renginin olduğu bölgeye tekabül eder. M tip olan Antares ve Betelgeuse yıldızları bu türdeki yıldızlara örnek olarak verilebilir.



Antares Yıldızı

<https://earthsky.org/upl/2016/07/Antares-AstroPixels-Fred-Espenak-2-800x450.jpg>

### **Yıldızların yaşamlarının son evreleri ve ölümleri:**

Ana sekans sürecine giren yıldızların çekirdeklerindeki hidrojeni yakıt olarak füzyon reaksiyonları için kullanıp hayatlarına devam ettiklerinden bahsetmiştik. Bu yakıt yıldızların milyonlarca yıl boyunca ısı ve ışık yaymasını sağlar; ancak hiçbir varlığın olmadığı gibi yıldızların hayatı da sonsuz değildir, belirli bir süreden sonra çekirdekteki hidrojen tükenmeye başlar ve yıldız için hayatının son evresi başlamış olur.

Yıldızların doğuşu sırasında bahsettiğimiz üzere, yıldızın içine doğru oluşan yerçekimi kuvveti ile sıcaklık ve basınç sonucu oluşan dışarı doğru itirme kuvveti birbirini dengeler ve yıldız stabil bir konumda hayatını sürdürür. Ancak çekirdekte hidrojenlerin tükenmesi sonucunda bu denge bozulur, üstünlük tekrardan yerçekimi kuvvetinin eline geçer. Aynı doğuşu sırasında olduğu gibi, yerçekimi yüzünden içe doğru çökmenin sonucunda sıcaklık ve basınç artar; bu artış sayesinde hidrojenlerin füzyonlanması sonucu oluşan helyumlar karbona füzyonlanmaya başlar. Bu olaylar sonucunda çekirdek iyice ısınır ve dış katmanlar yerçekimini yenerek uzaya doğru genişlemeye başlar (Lang, 2013). İyice

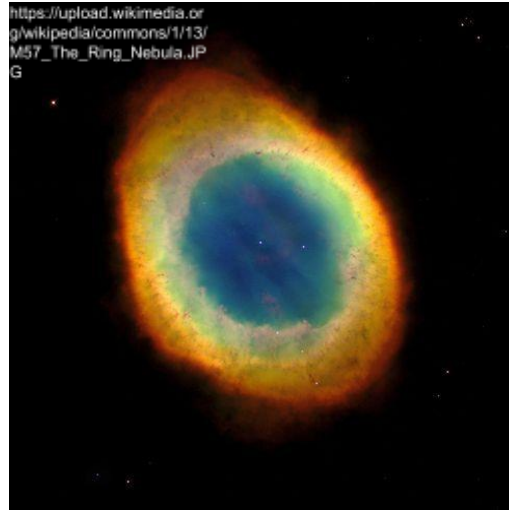
genişlemiş konumdaki bu yıldızlara kırmızı dev denir, bu evredeki yıldızlar normal boyutlarının onlarca katı büyüklüğe ulaşır. Ancak bu evre de sonsuza kadar devam edemez, aynı ana sekans sonunda çekirdekteki hidrojenlerin bitmesi gibi eninde sonunda karbona füzyonlanan helyumlar da tükenir. Yıldızın bu süreçten sonraki kaderi ise ne kadar büyük olduğuna bağlıdır (Thorne, 1965, p.1671).

### Güneş gibi ortalama yıldızların kaderi:

Çekirdeklerindeki helyumları tükenen Güneş gibi ortalama boyuttaki yıldızların kütlelerinin büyük bir kısmı uzayda dağılır, sonucunda gezegenimsi bulutsu denen görkemli bir yapı ortaya çıkar. Yıldızın çekirdeğinden yayılan enerjiler sayesinde gezegenimsi bulutsular harika bir biçimde parıldarlar, birçok farklı şekil ve renklerde gezegenimsi bulutsuları gözlemlemek mümkündür.



Helis Bulutsusu



Halka Bulutsusu



Kelebek Bulutsusu

Gezegenimsi bulutsuların merkezinde ise yıldızın enerjisini tüketmiş beyaz cüce adındaki çekirdeği bulunur (Lang, 2013). Bu halde bulunan yıldız daha fazla genişlemez veya içine doğru çökmez, her ne kadar kütlesi hala yüksek olup içeri doğru yerçekimi kuvveti oluştursa da hızla hareket eden elektronların oluşturduğu basınç bu kuvveti dengeler. Yakıtı da tükenmiş olduğu için daha fazla ısı ve ışık üretecek füzyon reaksiyonlarını gerçekleştiremez, zamanla soğuyup uzayın karanlıklarına karışır. Kütlesi Güneş'in kütlesinden ortalama 7-8 kat daha fazla olan yıldızlar için ise süreç çok daha farklı işler (Eldridge, 2008).

## **Büyük kütleli yıldızların kaderi:**

Güneş gibi ortalama kütledeki yıldızlar beyaz cüce olduktan sonra sessiz bir biçimde soğuyup yok olma yolunu izlerken, kütlesi Güneş'inin 7-8 katını geçen yıldızlar için aynısını söyleyemeyiz; bu tür yıldızların ölümü de aynı cüsseleri gibi ihtişamlı bir şekilde gerçekleşir.

Aynı ortalama kütledeki yıldızlar gibi büyük yıldızlar da çekirdeklerindeki yakıtları tüketirler – hatta daha büyük cüsse daha çok enerji gerektirdiği için yakıtlarının tükenmesi küçük yıldızlara oranla çok daha çabuk gerçekleşir. Çekirdekteki hidrojenin tükenmesi sonucu yerçekimi kuvveti daha baskın gelir ve yıldız merkezine doğru küçülmeye başlar, ancak bu süreçte ortaya çıkan ısı sayesinde yeterli sıcaklığa ulaşır ve yakıt olarak helyumu füzyonlamaya başlarlar, ortaya çıkan basınç sonucunda aynı ortalama boyutlardaki yıldızlarda olduğu gibi genişlemeye başlarlar ve kırmızı süper devleri oluştururlar. Ancak ortalama boyutlardaki yıldızlardan farklı olarak süreç helyumun karbona füzyonlanması ile sınırlı kalmaz. Helyum tükendikten sonra çekirdek daha da küçülür ve helyumdan ağır elementleri füzyonlayabilecek sıcaklığa ulaşır. Bu füzyon süreci demir elementi füzyonlanana kadar devam eder, elementler demire füzyonlanıp çekirdek demir ile dolduğunda ise denge bozulur, çünkü şuan kadarki elementlerin füzyonu ortaya enerji açığa çıkarıp yerçekimi kuvvetini dengelerken demir elementinin füzyonu enerji açığa çıkarmak yerine enerji kullanır (Thorne, 1965).

Yerçekimi kuvvetinin baskın çıkması sonucunda çekirdek iyice küçülür ve çok yüksek yoğunluğa ulaşır. Artan yoğunluk ile çekirdeğin sıcaklığı ve enerjisi de çok yüksek seviyelere çıkar, yıldız da artık bu baskıya dayanamaz ve çekirdek kuvvetli bir şok dalgası halinde uzay boşluğuna doğru patlar (Thorne, 1965). Evrende gerçekleşen en göz kamaştırıcı olaylardan biri olan bu patlamaya süpernova patlaması adı verilir.

Bu patlama sonucunda yıldızın kütlelerinin büyük bir bölümü uzay boşluğuna karışır. Eğer geride kalan kütle Güneş'in kütlelerinin 5 katından azsa (genellikle 1.4 katı) bu kütle yüksek yoğunluktaki nötron yıldızına dönüşür. Bu yıldızlar o kadar yoğundur ki, ünlü astrofizikçi Neil deGrasse Tyson'un (2012) da dediği üzere "50 milyon filin bir dikiş yüksüğü hacmine sığdırılması" ile bu derecede bir yoğunluk elde edilebilir.

Kütlesi Güneş'in kütlesinin 20 katı veya daha fazla olan yıldızlar, süpernova patlaması sonucunda Güneş'in kütlesinin 5 katı veya daha da fazla kütlede artık madde oluşturabilir, bu kütledeki arta kalan maddeler de kara delikleri oluşturur (Carroll, 2004). Kara deliklerde yerçekimi o kadar güçlüdür ki alanına giren hiçbir madde kara delikten kaçamaz, ışık bile (Wald, 1999). Birçoğumuzun adını sık sık duyduğu, gerek filmlerde gerek belgesellerde adından sıkça söz ettirmeyi başaran karadelikler de aslında hayatını tamamlamış bir yıldızdan arta kalanlarıdır.



Çekilen ilk karadelik fotoğrafı (2019)

[https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full\\_width\\_feature/public/thumbnails/image/blackholefirst.png](https://www.nasa.gov/sites/default/files/styles/full_width_feature/public/thumbnails/image/blackholefirst.png)

Sadece çıplak gözle görebildiklerimiz ile yetinseydik, yıldızlar bizim için geceleri ortaya çıkan parlak küçük cisimciklerden başka bir anlama gelmezdi. Ancak insanlığın merakı ve bilimin ışığı sayesinde bu geceleri parlayan “küçük” cisimciklere çok farklı bir boyuttan bakabilme şansına sahibiz. Aynı canlı birer organizma gibi nasıl doğup, büyüyüp, öldüklerine; birbirlerinden farklı ve güzel görünüşlerinin arkasında yatan nedenlere az da olsa hakim olabiliyoruz. Gerek süpernova patlamaları, gerek nebulalar, gerek birçok alanda adından söz ettiren kara delikler olsun, birbirinden ilgi çekici konseptlerin ana kahramanı olan yıldızlar bilimin ilerlemesi ile elbet bizi şaşırtmaya devam edecektir. Umarım bu yazı sayesinde sizler de gökyüzünden bizi her daim izleyen yıldızlara karşı yeni bir bakış açısı kazanabilmişsinizdir.



## Kaynakça

- Balick, B., & Frank, A. (2004). THE EXTRAORDINARY Deaths OF ORDINARY Stars. *Scientific American*, 291(1), 50–59. <http://www.jstor.org/stable/26060607>
- Bok, B. J. (1972). THE BIRTH OF STARS. *Scientific American*, 227(2), 48–65. <http://www.jstor.org/stable/24927406>
- Carroll, S.M. (2004). *Spacetime and Geometry*. USA: Addison Wesley
- Eldridge, J. J. (2008). Massive Stars in Their Death Throes. *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1884), 4441–4452. <http://www.jstor.org/stable/25197413>
- Garrison, R. F. (1994). A Hierarchy of Standards for the MK Process. *ASP Conference Series*, 60, 3-14. <https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1994ASPC...60....3G>
- Lang, K. R. (2013). *The life and death of stars*. Cambridge University Press.
- Palla, F. & Stahler, S. W. (2004). *The Formation of Stars*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co [https://bytebucket.org/tgrassi/krome\\_bootcamp\\_2016\\_ex/wiki/physics\\_provided.pdf?rev=aa0abd268db5aa040fa2e0a1742bed4077299e5](https://bytebucket.org/tgrassi/krome_bootcamp_2016_ex/wiki/physics_provided.pdf?rev=aa0abd268db5aa040fa2e0a1742bed4077299e5)
- Sessions, L. (2018, June 11). Top 10 space objects to see during the day. *EarthSky*. <https://earthsky.org/astronomy-essentials/10-surprising-things-to-see-in-the-daytime-sky/>
- Stahler, S. W. (1991). The Early Life of Stars. *Scientific American*, 265(1), 48–55. <http://www.jstor.org/stable/24936978>
- Sutter, P. (2021, January 04). What is a star. *Space.com*. <https://www.space.com/what-is-a-star-main-sequence>
- Thorne, K. S. (1965). Gravitational Collapse and the Death of a Star. *Science*, 150(3704), 1671–1679. <http://www.jstor.org/stable/1717408>
- Wald, R. M. (1999). *General Relativity*. Chicago: Univ. of Chicago Pr.
- Zeilik, M. (1978). The Birth of Massive Stars. *Scientific American*, 238(4), 110–119. <http://www.jstor.org/stable/24955712>

