

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN FAKÜLTESİ
ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ BÖLÜMÜ**

ÖZEL KONU

KAHVERENGİ CÜCE'LER

**Şükran GÜRKÖK
(96055026)**

Danışman: Prof. Dr. Semanur ENGİN

**Ankara – 2001
İÇİNDEKİLER**

ÖNSÖZ

ÖZET

| | |
|---|----|
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. YILDIZ OLUŞUMU | 2 |
| 3. KAHVERENGİ CÜCELER | 3 |
| 3.1. Kahverengi Cüce Nedir? | 3 |
| 3.2. Kahverengi Cüce'lerin Özellikleri | 3 |
| 3.3. Kahverengi Cüce'lerin Belirlenmesi | 5 |
| 3.4. Kahverengi Cüce'lerin Evrimleri | 7 |
| 3.5. Kahverengi Cüce'lerin Keşifleri | 9 |
| 3.6. Kahverengi Cüce'ler ve Gezegenler Arasındaki Farklar | 11 |
| 4. SONUÇ | 14 |
| KAYNAKLAR | 15 |

Başlangıçta varlıkları kuramsal olarak bilinen ancak 1995'ten itibaren gözlemsel olarak keşfedilen Kahverengi Cüce'ler, özellikle evrendeki kayıp maddenin belirlenmesi bakımından çok önemli, hem yıldız ve hem de gezegen özelliklerine sahip olmaları bakımından da çok ilginç gök cisimleridir.

Bu çalışmada Kahverengi Cüce'lerin genel özellikleri yıldız ve gezegenlerle karşılaştırmalı olarak sunulmaya çalışıldı.

Astrofiziğin bu güncel konusunu bana öneren, beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Semanur ENGİN'e ve Dr. Berahitdin ALBAYRAK'a teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Parçalanan yıldızlararası bulut çekimsel büzölmeye uğrar ve $0,084 M_{\odot}$ 'den daha küçük kütleyle sahip olursa ilkel yıldızın merkezî ısı ve yoğunluğu asla, hidrojen

füzyonunun uzun süreli ve kontrollü gerçekleşebilmesine yetecek kadar yüksek olmayacaktır. Bu tür cisimlere “KAHVERENGI CÜCE” denir. Fiziksel özellikleri ve bunların sonucunda geçirdikleri evrim süreci bakımından yıldızlar ile gezegenler arasında yer alan gök cisimleri olarak sınıflandırılabilirler. En küçük kütleli ve en soğuk yıldızdan daha küçük kütleli ve daha soğuk olan bir Kahverengi Cüce, en büyük kütleli ve en sıcak gezegenden daha büyük kütleli ve daha sıcaktır.

1. GİRİŞ

Tüm gök
cisimleri
(yıldızlar,
gezegenler
ve

Kahverengi
Cüce'ler
dahil)
oluşumları
sırasında
büzülme
sonucu
ortaya çıkan
enerji
nedeniyle
ışık yayarlar.
Bir yıldızda
çekimsel
büzülme
sonucu
oluşan ışığın
yerini
hidrojen
kaynaklı
nükleer
füzyon
reaksiyonları
alır. Bu
durumda
çoğu zaman
milyarlarca
yıl yıldızın
büyüklüğü ve
ışması sabit
kalır. Ancak
Kahverengi
Cüce'ler
hidrojen
füzyonunu
başlatacak
yeterli
kütleyle sahip
olmadığından
hidrojen
füzyonunu
başlatamaz
ve parlaklığı
azalır. Yani
Kahverengi
Cüce'ler
başlangıçta
sönüktürler
ve zamanla
daha da
belirsizleşirle
r.

2. YILDIZ OLUŞUMU

Genç yıldızlarla (bunların hayatı 10^7 yılı gezmez) yıldızlararası madde arasındaki değişmez ikili, bizi yıldızların yıldızlararası maddeden oluştuğu fikrine götürür. Bu yerdeki gaz elementlerinin herhangi bir şekilde belli bir anda etraflarını saran elementlerin yoğunluğundan daha yüksek bir yoğunluk kazandıkları farzedilir ve böylece bu elementlerin kendi gravitasyonel çekimleri ile büzülmeye başladıkları düşünülebilir, gazın yoğunluğu kafi derecede yüksek hale gelince bu cisim ki buna “*proto yıldız*” denir. Opak hale gelir ve içinin sıcaklığı hızla yükselir.

Bu büzülme evresi esnasında yıldızın esas enerji kaynağı çekim enerjisinin açığa çıkmasıdır. Büzülme evresi, merkezî sıcaklık nükleer reaksiyonların başlamasına yetecek kadar yüksek olunca sona erer.

Kısaca yıldızların oluşumu ve evrimi üzerindeki fikirler şunlardır: yıldızlar yıldızlararası maddeden meydana gelirler ve büzülürler, bu esnada merkezi sıcaklık yükselir ve belli bir değere erişince nükleer reaksiyonlar başlar. Nükleer enerji üretimi, sıcaklığı ve dolayısıyla gravitasyonel kuvvete karşı koymak için gerekli gaz basıncını sabit tutmaya kafidir; böylece büzülme durur ve yıldız kararlı denge haline gelir.

3. KAHVERENGİ CÜCELER

3.1. Kahverengi Cüce Nedir?

Çoğu yıldızlar yaşamlarının çoğunu çekimsel sıkışma ile nükleer reaksiyonlardan çıkan enerji arasında basınç dengesi kurma halinde geçirirler.

1960 yıllarında, nükleer füzyon reaksiyonlarını başlatmak için gerekli merkezi ısıya ve yoğunluğa ulaşamayacak kadar küçük kütleli bir grup yıldız benzeri cismin varolduğu farkedildi. İlk olarak “*Kara Cüceler*” olarak anıldıysalar da bu “*yıldız olamamış cisimler*” astronomlarca daha sonra “*Kahverengi Cüceler*” olarak isimlendirildiler.

Yıldız modelleri, gerçek bir yıldızın, hidrojen füzyonunu gerçekleştirebilmesi için Jüpiter kütesinin en az 80 katı kütleyle sahip olmasını gerektirmektedir. 80 Jüpiter kütesinden küçük cisimlerin olduğuna inanılmasına karşın parlaklıkları çok az olduğundan onları belirlemek çok güçtür.

Ancak 1995 yılında Astronomlar tarafından Kahverengi Cüce’lerin varlığı gözlemsel olarak tespit edildi. Birkaç hafta arayla gözlenen Teide1 ve Gliese 229 B adlı yıldızaltı cisimlerin Kahverengi Cüce olduğu belirlendi.

Bu keşifler kuantum etkinliği diğer dedektörlere (örneğin, fotoğraf plakları) göre çok yüksek olan ve CCD (Charge Coupled Devices) olarak isimlendirilen dedektörlerin astronomide kullanılır olmasının bir sonucudur.

3.2. Kahverengi Cüce'lerin Özellikleri

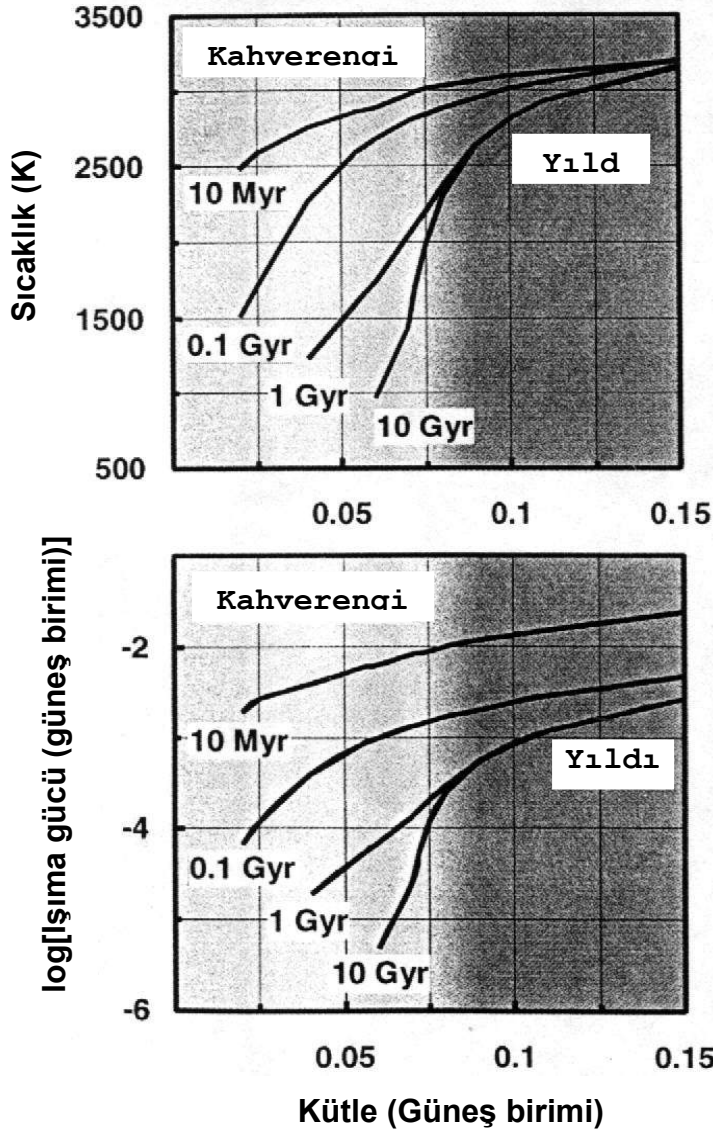
Hidrojen füzyonu başlatabilecek kütle $0,084 M_{\odot}$ 'dir. Kahverengi Cüce'lerin kütlesi ise Hidrojen füzyonunu başlatacak kadar büyük değildir. Dolayısıyla onların kütlesi $0,084 M_{\odot}$ 'den daha az olmalıdır.

Jüpiter'in kütlesi $m_j = 0,001 M_{\odot}$ dir. Kahverengi Cüce'lerin kütlesinin genellikle $10 m_j$ ile $84 m_j$ arasında değiştiği düşünülmektedir.

En küçük bir yıldız tüm lityumunu 100 milyon yılda yakar. Oysa en büyük kütleli Kahverengi Cüce'ler lityumlarını sonsuza kadar tutarlar. Daimi lityum bulunması cismin bir yıldızaltı kütle olduğunun kanıtıdır.

Kahverengi Cüce'nin yüzeyi en soğuk yıldızlarınkinden yaklaşık 1000°C daha soğuktur. Çekirdeğinin sıcaklığı ise füzyon reaksiyonlarının başlayamaması için 3 milyon Kelvin civarında olmalıdır.

Yüzey ısıları düşük olduğundan Kahverengi Cüce'ler çok parlak değildir. En sönük yıldızlar $10^{-4} L_{\odot}$ ışınım gücüne sahipken, Kahverengi Cüce'ler ilk oluşumlarında daha büyük bir ışınım gücüne sahip olabilirler. Ancak evrimlerinin sonraki aşamalarında ışınım güçleri $10^{-5} L_{\odot}$ civarında olur.



Şekil 1. Kahverengi Cüce ve yıldızların kütle ve yaşının bir fonksiyonu olarak ışıma ve ısı dağılımı görülmektedir. Çekimsel sıkışmanın ve nükleer yanmanın enerji ürettiği bir geçiş bölgesi vardır. Kahverengi Cüce'lerin özellikleri yaşa önemle bağlıyken, birkaç milyon yıldan sonra yıldızların özelliklerinin yaştan bağımsız olduğu görülmektedir.

3.3. Kahverengi Cüce'lerin Belirlenmesi

Kahverengi Cüce'ler gökyüzünde merak uyandıran cisimlerdir: ne gezegendirler ne de yıldızdır, ancak her iki türle de benzer özellikler taşımaktadırlar.

Teorilere göre bir Kahverengi Cüce bir yıldızla benzer şekilde, yıldızlararası bir buluttan toz ve gazın kütleçekimiyle büzülmesi sonucu oluşur.

Kahverengi Cüce'ler nispeten küçük cisimlerdir: Jüpiter'den kütle olarak 80 kat büyük kütleyle sahip olabilmelerine rağmen çapları Jüpiter'in çapına yakındır.

Sönük olmalarına rağmen atmosfer ısıları 300 °K ile 3000 °K arasında değişmektedir. Bunun sonucunda Kahverengi Cüce'ler kızılötesi dalgaboylarında en parlak görülürler ve çıplak gözle bakıldığında koyu kırmızı kahve rengine benzemektedirler.

Kahverengi Cüce'lerin atmosferi, sıcak bir yıldızın atmosferinde görülemeyecek birtakım molekülleri içerir. Bunların arasında dikkati çekenler titanyum oksit (TiO) ve vanadyum oksittir (VO). Bu moleküller, Güneş'imiz gibi sıcak yıldızlarda korunamazlar. Kahverengi Cüce'lerde baskın bir şekilde görülmesi onların soğuk olduğunun bir kanıtıdır.

Kırmızı Cüce'lerin Galaksimiz de en sık rastlanan yıldız türü olduğuna inanılır. Çıplak gözle bakıldığında koyu kırmızı gibi görünür ve çapı Kahverengi Cüce'den pek büyük değildir. Kırmızı Cüce'ler soğukturlar ve atmosferlerinde titanyum oksit (TiO) ve vanadyum oksit (VO)'i barındırırlar.

Kahverengi Cüce olduğu varsayılan bazı gök cisimlerinin yıllar sonra Kırmızı Cüce oldukları anlaşıldı.

Kahverengi Cüce'leri Kırmızı Cüce'lerden ayıran özellik, Kahverengi Cüce'lerin içinde devamlı termonükleer reaksiyonların olmamasıdır. Bu özellik Kahverengi Cüce atmosferinde daha hassas bir elementin (Lityum) varlığına olanak sağlar.

En soğuk yıldızların iç kısmında bile (yaklaşık 2.5×10^6 °K) lityumun tamamı yok olur. Bu yıldızlar yüzeylerindeki maddeyi iç kısımlarındakiyle etkin bir şekilde karıştırdıklarından, atmosferik ısısı Kahverengi Cüce'ye benzeyen çok yaşlı bir Kırmızı Cüce bile tüm lityumunu parçalar.

Kahverengi Cüce'lerin kütleleri 60 Jüpiter'den küçük ise lityumu parçalayacak iç ısıya hiçbir zaman ulaşamazlar. 60 m_j ile 80 m_j arasındaki Kahverengi Cüce'ler lityumu parçalarlar, hatta bir miktar hidrojen de yakarlar. Ancak bu kararsız cisimler asla daimi yıldız olamazlar.

Sonuç olarak eğer lityum çok soğuk bir Cüce'de görüldüyse bu onun Kahverengi Cüce'liğini kesinleştirir.

Lityumun görülmesi durumu belirsizliğe neden olur. Çünkü cisim yıldız da olabilir, kararsız bir cisim de olabilir.

Kahverengi Cüce'ler ilk oluşum anlarında daha parlak ve sıcaktırlar. Bu durumda onları gençken bulmak daha kolaydır. Her tür genç yıldız bulmanın yeri açık kümelerdir. Açık kümeler o kadar genç yıldızlardan oluşuyor ki bunlar henüz birkaç milyon yıldır parlamaktadırlar. Onların kümelenmesi, doğdukları şartları ve yaşamlarının ilk zamanlarında gizlendikleri yerleri yansıtır.

Belki de en belirgin avantaj, açık kümelerin sınırlı bir uzay alanına bağlı kalmasıdır. Böylece astronomların sadece küçük veya iyi bir alanı araştırmaları gerekmektedir. Açık küme araştırmalarının ek bir avantajı ise kümedeki yıldızların aynı uzaklık, yaş ve kimyasal yapıyı paylaşmasıdır. Bu özellikler astronomların sadece kütleleri farklı yıldız benzeri cisimleri karşılaştırmalarına imkan tanır.

Özel koşulları nedeniyle açık kümedeki Kahverengi Cüce'ler tüm Kahverengi Cüce türlerinin temsilcisi olmayabilirler. Bu nedenle serbest dolaşan Kahverengi Cüce'leri bulmak için geniş alan araştırmaları gereklidir.

Kahverengi Cüce'lerin belirlenmesindeki bir diğer yöntem ise çift yıldızların belirsiz yoldaşlarını araştırmaktır. Bu yaklaşımda Kahverengi Cüce'ler doğrudan ya da yıldıza uyguladığı çekimsel etkiyle tespit edilebilirler. Gökyüzündeki yıldızların yarısı çift ya da çoklu yıldız sistemlerinin bir üyesidir. Bu tekniğin bir avantajı da yoldaşın bazı özelliklerinin baş yıldızdan çıkarılabilesidir.

Şekil 2. Yıldızların çekirdeğindeki lityum parçalanırken, Kahverengi Cüce'lerde böyle bir olay gerçekleşmez. Yıldızın çekirdeğindeki yüksek sıcaklık, lityum-7 çekirdekleri ile proton arasındaki yüksek enerjili çarpışmalara neden olur. Bu çarpışma sonucunda 2 nükleer Helyum-4 atomu açığa çıkar. En soğuk yıldızlar (Kırmızı Cüce'ler) bile hidrojen yakarak lityumu parçalamak için yeterli sıcaklıklara ulaşabilirler. Kahverengi Cüce'ler hidrojen yakmayı sürdüremediklerinden dolayı, lityumu parçalayamazlar.

3.4. Kahverengi Cüce'lerin Evrimleri

Kahverengi Cüce'lerin ve yıldızların yaşam başlangıçları aynı şekilde gerçekleşir. İkisinin de yıldızlararası gaz ve toz bulutlarının çekimsel büzülmesinden kaynaklandığına inanılmaktadır. Bu bulutlar hidrojen ve helyumdan oluşurlar ancak büyük patlamadan birkaç dakika sonra gerçekleşen nükleer reaksiyonlardan kalan az miktardaki döteryum ve lityumu başlangıçta barındırırlar. Genç yıldızlar ve Kahverengi Cüce'ler sıkıştıkça, çekirdeklerin sıcaklığı artar ve yoğunlaşırlar. Döteryum çekirdeği Helyum-3 ile birleşir. (Döteryum füzyon Kahverengi Cüce'lerde yer alabilir çünkü hidrojen füzyonundan daha düşük bir sıcaklık dolayısıyla daha düşük bir kütle gerektirir). Bu reaksiyonlardan olan enerji çıkışı geçici olarak çekimsel sıkışmayı durdurur ve cisimlerin parlamasına neden olur. Ancak birkaç milyon yılda döteryum biter ve tekrar sıkışma başlar. Yıldızlarda ve 60 Jüpiter'den büyük Kahverengi Cüce'lerde daha sonra lityum füzyonu oluşur.

Bir Kahverengi Cüce'nin sıkışması sırasında, ısıl basınç çekirdeğinde artar ve çekimsel kuvvetlere karşı koyar.

Çok düşük kütleli yıldızların trilyonlarca yıl parlayabilmelerine rağmen Kahverengi Cüce'ler yavaş yavaş sönükleşir. Bu durum yaşandıkça onları bulmamızı güçleştirir. Çok ileri gelecekte bütün yıldızlar sönünce Kahverengi Cüce'ler evrendeki başlıca hidrojen depoları olacaklardır.

Şekil 4. Yukarıdaki diyagram, farklı kütleli üç cismin HR diyagramındaki evrim yollarını göstermektedir: $0,07 M_{\odot}$ bir Kahverengi Cüce; $0,01 M_{\odot}$ bir Kahverengi Cüce; bir Jüpiter benzeri cisim. Her bir hattaki kalın çizgilerle bağıntılı sayılar büzülmenin başlangıcından itibaren yaşı (yıl olarak) göstermektedir.

3.5. Kahverengi Cüce'lerin Keşifleri

Kahverengi Cüce'leri bulmak için yapılan araştırmalar son 5 yılda başarıya ulaştı. Teide1, Pleiades yıldız kümesinin sönük bileşenlerinin araştırılması sırasında, İspanya'nın

Tenerife Adası'nın temiz, koyu gökyüzünde keşfedildi. Teide1 rengi ve sönüklüğüyle dikkat çekmişti.

Cismin sıcaklığı ve atmosferik içeriği (titanyum oksit, vanadyum oksit) onun kimliğini belirledi. Bu özellikler düşük parlaklığa sahip bir cüceden beklenirdi. Teide1'in bir yıldızaltı cisim olduğuna ilişkin son onay, Kaliforniya Üniversitesi'nden Gibor Basri ile Geoff Marcy'nin Teide1'in atmosferinde lityum'u bulmasıyla alındı. Bu sonuç bu cismin kesin olarak Kahverengi Cüce olduğunu kanıtladı.

Pleiades kümesine ilişkin araştırmalar, belki 40 Jüpiter kütesinden daha küçük kütleli Kahverengi Cüce'lerin varlığını belirleyecektir.

Mount Polamar ve Hubble Uzay teleskoplarını kullanan Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü ve John Hopkins Üniversitesi astronomları, Teide1'in keşfinden hemen sonra Gliese 229B'yi keşfettiler. Gliese 229B, kırmızı cüce olan Gliese 229A'nın yoldaşdır.

Bu çift sistem, ancak koronograf adlı bir aletle tespit edilebilecek bir uzaklık olan 20 ı.y. ötededir. Bu alet, yıldızın (kırmızı cücenin) ışığını bir maskenin ardına saklar ve böylelikle yıldızın yakınındaki sönük cisimlerin ışığını dedektörün görmesini sağlar.

Gliese 229B'nin kızılötesi spektrumu, yaklaşık 1500 °K'in altındaki sıcaklıklarda oluşabilen bir başka molekül olan metanın (CH₄) varlığını ortaya çıkardı. Gliese 229B'nin, bu özelliğiyle bir yıldız olamayacak kadar soğuk olduğu anlaşıldı.

Serbest dolaşan bir Kahverengi Cüce'nin ilk keşfi, 1997 Nisanı'nda Şili Üniversitesi'nden Maria Teresa Ruiz tarafından yapıldı. Beyaz Cücelere (küçük, sönük ancak sıcak yıldızlar) ilişkin araştırması sırasında Ruiz, Güney Yarımküredeki Hydra takım yıldızı içinde Kahverengi Cüce'ye rastladı. Kelu-1 denen cismin tayfinda en soğuk Kırmızı Cüce'ler ve Kahverengi Cüce'lerde bulunan titanyum oksit veya vanadyum oksitin varlığına rastlanamadı. Ancak atmosferinde, lityum ve metan bulundu. Düşük sıcaklıklarda görülen lityum ve metanın varlığı, titanyum oksit ve vanadyum oksitin de bu sıcaklıklarda olmasını gerektirir. Fakat titanyum oksit ve vanadyum oksit 2500°K'den daha düşük sıcaklıklarda yoğunlaşarak CaTiO₃ benzeri toz taneciklerine dönüşürler. Sonuç olarak, bu iki moleküle ait çizgiler tayfta görülemez.

Kelu-1'in düşük sıcaklığı, onun Pleiades kümesinde bulunan Kahverengi Cüce'lerden daha yaşlı olduğunu göstermektedir. Onun nispeten daha sönük oluşu ve arkafondaki yıldızlara göre yüksek hızı, bu serbest dolaşan Kahverengi Cüce'nin Güneş Sistemimize oldukça yakın (belki sadece 30 ı.y.) olduğunu akla getirmektedir. Ruiz ve

meslektaşları, Kelu-1'in kütlesinin 75 Jüpiter kütlesinden muhtemelen daha az olduğunu tahmin etmektedirler.

Teide1, Gliese 229B ve Kelu-1 Kahverengi Cüce'lerle ilgili çalışmaların sadece başlangıcını temsil etmektedirler. Haziran 1997'de Boston'da gerçekleşen "yıldız" konferansında birkaç yeni Kahverengi Cüce gözlemi sunuldu. Bunlardan en merak uyandırıcı olanları, atmosferinde lityum varlığı ile doğruluğu onaylanan ve Güneş Sistemimize yakın (50 ı.y.) serbest dolaşan 2 Kahverengi Cüce idi. Bunların 60 Jüpiter kütlesinden daha küçük oldukları ve 1 milyar yıldan daha genç oldukları tahmin edilmektedir. Bu Kahverengi Cüce'ler, gökyüzündeki dar kapsamlı araştırmalarda bulundular ve tüm gökyüzü araştırması belki de yüzlerce Kahverengi Cüce'nin 50 ı.y. yarıçaplı bir hacim içinde yer aldığını gösterecektir. Bu yıldızaltı gök cisimleriyle ilgili çok dikkat çekici bir keşif, iki Kahverengi Cüce'nin, birkaç günlük periyotlarla birbirinin çevresinde dolaşan bir çift sistemin bulunmasıdır. İki yıldızaltı cisimden oluşan bilinen ilk çift sistem budur. Daha ileri ki gözlemler bu çiftle ilgili daha fazla bilgi sağlayacaktır.

3.6. Kahverengi Cüce'ler ve Gezegenler Arasındaki Farklar

Kahverengi Cüce'lerin keşfiyle Güneş Sistemi dışındaki gezegenlerin keşfi birbirine neredeyse paralel gerçekleşmiştir.

Güneş Sistemi dışındaki gezegenlerin görüntüsü henüz alınamamıştır, bu nedenle onları Kahverengi Cüce'lerle doğrudan karşılaştıramayız. Çünkü Güneş Sistemi dışındaki gezegenler, Kahverengi Cüce'lerden daha sönüktürler, astronomlar onların varlığını yakınlarındaki yıldızlara yaptıkları gravitasyonel etkiyle anlamaktadırlar. Bu arama metodu gezegenin minimum kütlesine ve yıldızdan uzaklığına ait bilgi sağlar. Gezegenin atmosfer yapısına ilişkin hiçbir bilgi vermez.

Kahverengi Cüce'lerle kendi Güneş Sistemimizdeki bir büyük gezegenin karşılaştırması bazı güçlükler yaratmaktadır. Örneğin Jüpiter Gezegeninin Kahverengi Cüce Gliese 229B'de bol olan metan ve su ağırlıklı bir dış atmosferi vardır. Teide1'in atmosferi ise çok az metan ve suya sahiptir, onun atmosferi ağırlıklı olarak karbon monoksit ve titanyum oksit ile vanadyum oksitlerden oluşmaktadır. En azından yüzeysel olarak Gliese 229B'nin Teide1'e kıyasla Jüpiter'le daha çok ortak yanı vardır. Bu nedenle genç yaşıyla (100 milyon yıl) diğerlerinden farklıdır. Gliese 229B ve Jüpiter, 10 ile 50 kat

arası Teidel'den daha yaşlıdır. Kahverengi Cüce ve gezegen modelleri, Teidel'in yaşlandıkça metan ve su tutacağını akla getirmektedir.

Bir başka ayırd edici özellik cismin yörüngesel özellikleridir. Kahverengi Cüce'ler ya tek başlarına bulunan cisimler ya da yıldızların yoldaşlarıdır. Gezegenler ise daha büyük cisimlerin bulunduğu sistemler içinde yer alırlar. Güneş Sistemimizdeki gezegenler neredeyse dairesel yörüngeye sahiptir ve Güneş Sistemi dışındaki gezegenlerin de dairesel yörüngeye sahip olduğu düşünülmektedir. Ancak Kahverengi Cüce'nin yörüngesinin daha çok dışmerkezliği büyük elips olacağı varsayılmaktadır.

Kahverengi Cüce'lerle gezegenleri ayırmanın bir diğer yolu da iç yapılarına bakmaktır. Kahverengi Cüce'lerin yıldızlararası gazdan oluşmuş çöken bir bulutun ürünü olduğu düşünülmektedir. Gezegenlerin ise bir yıldızın oluştuğu ilkel diskteki küçük katı cisimlerin, birleşmesiyle ve sonra çevresindeki ortamdan gaz eklenmesiyle oluştuklarına inanılmaktadır. Bu süreçler farklı iç yapılara neden olacaktır. Böylelikle Kahverengi Cüce'ler kimyasal olarak aynı yapıda olurken gezegenlerin katı ve ağırlıklı olarak metalik bir iç yapısı olacaktır.

Sonuç olarak, bilinen Kahverengi Cüce'lerle gezegenler arasındaki farklılıklar çok fazladır. Özellikle hepsi aynı olmayan oldukça karmaşık atmosferleri vardır. Dev gezegenlerin atmosferlerinde moleküler hidrojen (H_2) ve karbonmonoksit (CO) gibi kompleks moleküller bulunur, ancak titanyum oksit (TiO) ve vanadyum oksit (VO) ya da suya rastlanmaz.

Bu cisimlerin yerleri buldukça daha fazla sürprizlerle karşılaşacağımıza inanılmaktadır.

4. SONUÇ

Bir yıldızın parlayacağı süreyi, doğduğu andaki kütlesi belirler. Kütlesi ne kadar büyükse, parlaklığı da o kadar büyüktür. Çok büyük kütleli yıldızlar evrimlerini bir kara delik olarak sonlandırırlar. Yıldızın parlamasını sağlayan termonükleer tepkimeleri başlatmaya yetecek kütleyle sahip olamayan cisimler ise sessiz ve belirsiz bir biçimde hayatlarını sürdürürler. Gökbilimciler bunlara Kahverengi Cüce diyorlar. 1960'larda fark edilen bu gökcisimlerinin varlığı ancak 1995 yılında net olarak doğrulandı.

Gözlem aletlerindeki gelişmeler sayesinde daha önce gözlenemeyen Kahverengi Cüce'ler son yıllarda daha kolay tespit edilebiliyor. Bugüne kadar belirlenen Kahverengi Cüce'lerden bazıları Teide1, Gliese 229B ve Kelu-1'dir.

Kahverengi Cüce'lerin atmosfer yapıları hakkında çok az bilgiye sahibiz. Bu nedenle yeni keşifler Kahverengi Cüce'lere ilişkin teorileri karşılaştırma olanağı sağlamaktadır. Bu tür çalışmalar henüz yeni olmasına rağmen elde edilen sonuçlar yıldız evrim modellerini ve kozmoloji çalışmalarını desteklemektedir. Günümüzde kozmolojinin/astrofiziğin üzerinde durduğu en önemli problemlerden biri de evrendeki kayıp kütlelenin belirlenmesidir. Farklı gözlemsel ve teorik hesaplamalar sonucunda evrendeki kütlelenin yalnızca % 10'u tespit edilebilmiştir. Geri kalan % 90'lık kayıp kütle ise Kahverengi Cüce'lerde saklıdır. Kahverengi Cüce'lerin keşfi bu nedenle çok önemlidir.

KAYNAKLAR

- Engin S., 2000, “Genel Astronomi II Ders Notları”, A.Ü.F.F. Yayınları, NO: 57, Ankara
- Tinney C.G., 1999, “Brown Dwarfs: the stars that failed”, Nature, 397, 6714
- Marley M.S., Souman D., Guillot T., Freedman R.S., Hubboad W.B., Burrows A., Lunine J.I., 1996, “Atmospheric, Evolutionary and Spectral Models of the Brown Dwarf Gliese 229B”, Science, 272, 1919
- <http://www.amsci.org/amsci/articles/97articles/martinintro.html>.
- <http://astrosun.tn.cornell.edu/courses/astro201/bd-euol.html>
- <http://yahoo.com/science/Astronomy>