

Gezegenli Sistemler

Zeynep ÇELİK^{1*} ve Mutlu YILDIZ²

¹ Ege Üniversitesi , Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü , İzmir

² Ege Üniversitesi , Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü , İzmir

Özet Gezegenlerin içyapısını ve evrimini anlamak için yıldızlarda iyi bilinen kullanılan yapı denklemlerinden faydalanılır. Dolayısıyla yıldızlardaki gibi içyapısı hakkında detaylı bilgi sahibi olmak için atomik yapıların iyi bilinmesi koşulu gezegenlerde de geçerliliğini korur. Gezegenlerin içyapısını incelerken termodinamik, yapı ve taşınım denklemlerinden faydalanılır. Gezegenlerin yüzey koşulları kolayca açıklanabilirken merkeze doğru inildikçe artan sıcaklık ve basınç altında hal denklemlerinde zorluklar ortaya çıkar. Yüzeyde ideal koşullardan bahsedebilirken merkeze doğru indikçe basınç ve sıcaklığın çok yüksek değerlere ulaşmasından dolayı ideallığı bozucu Coulomb etkileşimi göz önüne alınmalıdır. Hal denklemleri bu şartlar altında ayrıca incelenmelidir. Buna göre modellerin yeniden gözden geçirilmesi gerekir.

1 Öte Gezegenler

1995 yılında Güneş benzeri bir yıldız olan 51 Peg'in etrafında gezegenin bulunmasıyla gökbiliminde yeni bir gözlemsel ve teorik çalışma alanı doğdu. Bu tarihten günümüze gelindiğinde keşfedilen gezegen sayısı 450'lere ulaştı. Gökbiliminde 15 yıl içinde gözlemlenen öte gezegen sayısındaki hızlı artış bu alandaki çalışmaların ne derece önemsendiğinin göstergesidir. Atmosfer dışı gözlem yapan CoRoT (2006)'un ve Kepler (2007)'in temel hedeflerinden biri de gezegenli sistemleri gözlemlemektir. Bu iki uzay aracının gönderilmesinden sonra sönük ve küçük kütleli gezegenlerin gözlemlenmesiyle keşfedilen gezegen sayısında hızlı bir artış oldu.

1.1 Bilinen Bazı Özel Gezegen Sistemleri

Dikine hız ve astrometri yöntemiyle bulunan gezegen sayısı 388'e ulaştı (27 Ağustos 2010). O gün için bilinen gezegen sayısı 459'dur. Şu anda da gezegen keşifleri aralıksız sürmektedir. Bu keşiflerden bazı gezegenli sistemler özeldir. Örneğin; PSR 1257+12b; 0.02 Me (atarca gezegeni), Büyük kütleli: HD 48348b; 25 M_J=8065 Me(G tayf türü yıldızın gezegeni), Kısa dönemlisi: COROT- 7b; 0.85gün (ev sahibi yıldız K0 cüce), Uzun dönemlisi: Formalhaut b; 320000 gün (ev sahibi yıldız A3 cüce), En çok gezegenli sistem 5 gezegeni olan 55 Cnc (ev sahibi yıldız G8 cüce) gibi .

* Yazar Altyazı Metni

2 Gezegenlerde Gözlemsel Veriler ve Modeller

Gezegenlerin gözlemsel verilerinden dikine hız yöntemiyle kütle; ışık eğrisi analizi ile yarıçapları belirlenebilir. Bu gözlemsel veriler doğrultusunda gezegenlerin iç yapı modelleri yapılabilir. Örneğin gezegenlerin gözlemsel yarıçap verisinden faydalanarak parçacıkların etkileşimleri ve bu etkileşimlerin düzeyi hakkında bilgi sahibi olunabilir.

Gezegenlerin iç yapılarını açıklamak için kullandığımız denklemler yıldızların yapı denklemleriyle aynıdır. Bu denklemler; hidrostatik denge, sıcaklık gradyenti, kütlelenin sürekliliği ve ışınım taşınım denklemdir. Işınım taşınım denklemi gezegenlerin iç yapısını açıklamada yıldızlar kadar önemli olmasa da büyük kütleli gezegenlerde göz önüne alınabilir. Gezegenler ne kadar makro boyutlarda olsa da iç yapılarını anlayabilmek için mikro yapılar olan atomlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmamız gerekmektedir. Dolayısıyla kuantum mekaniği ile atom altı parçacıkları irdelemeliyiz. Yıldızları incelerken yukarıda belirtilen denklem sistemi ideal koşullar altında incelenmektedir. Ancak gezegenlerin merkezlerine doğru inildikçe artan sıcaklık, basınç ve yoğunluktan kaynaklı olarak ideal durumdan sapmalar meydana gelir. Dolayısıyla parçacıkların yüksek basınç ve sıcaklık altında nasıl davrandıkları incelenmelidir. Gezegenlerin yıldızlardan üstün yanı onların merkezi koşulları laboratuvar koşullarında elde edilebilir. Bu şekilde hal denklemlerinde bir takım düzeltmeler ile gezegenlerin iç yapısı daha detaylı olarak incelenebilir. Bu veriler yardımıyla küçük kütleli yıldızların yapı denklemlerinde de düzeltmeler yapılabilir. Böylece gezegenler için elde edilen bilgiler yıldızların iç yapılarını aydınlatmak için kullanılmış olur. Sonuçta, gerek gezegenlerin gerek yıldızların karşılıklı bu iyiye yönelik modellemelerdeki yenilemeler astrofiziksel açıdan mutualizm olarak düşünülebilir.

3 Güneş Sistemimiz

3.1 Yapısı

Güneş sistemimizde 8 tane gezegen vardır. Bunlar barınak yıldız olan Güneş'ten uzaklığına göre Merkür, Venüs, Yer, Mars (dört tane yer benzeri);Jüpiter, Satürn (iki tane dev gaz); Uranüs ve Neptün (iki tane buz) gezegenlerinden oluşmaktadır.

Güneş sistemi bize en yakın gezegenli sistem olduğundan onun yapısının ayrıntılı olarak öğrenilmesi diğer sistemlerin anlaşılması için oldukça önemlidir. Örneğin dev gezegenlerin, C, N ve O bakımından zengin olduğu sonucu bu şekilde elde edilmiştir. Gezegenlerin iç yapıları hakkında bilgi edinebilmek için; toplam ağır element bolluğu, kaya ve buz kütle oranı, ağır elementlerin, gezegenlerin merkezindeki dağılımı bilinmelidir.

3.2 Jüpiter ve Satürn İçin İç Yapı Modelleri

Güneş Sistemi dışında bulunan dev gaz gezegenlerin yapısı bilgilerimizin temelini Jüpiter ve Satürn oluşturur. Guillot'un (2005) Jüpiter ve Satürn yıldız

modellerinde üç katman belirlenmiştir: H - He oluşmuş dış zarf, iç H - He zarfı ki bu zarf He bakımından zengin, merkezde yoğun (katı) bir özek.

Gezegen Modelleri: Yapılan gezegen modellerinde kullanılan özek,iç kısım ve dış kısım kavramlarının ne olduğunu önemlidir.

Özek: Kaya ve/veya buzdan oluşur. Bu bölgede yüksek sıcaklık ve basıncın en yüksek olduğu yerdir. Buralarda ideallikten sapmalar söz konusudur.

İç kısımlar: Özekten dış katmanlara gidildikçe sıcaklık ve basınç düşer. Dolayısıyla atomların yapısında ve hal denklemlerinde değişimler gözlemlenir. İç kısım dediğimiz bölgede iyonize olmuş H ve He bulunur.

Dış kısımlar: Sıcaklık ve basınç düşer. İdeal koşullar geçerlidir. Bu katmanda nötr He ve moleküler H zarf yer alır.

Buz ve kaya olarak geçen kavramlar:

Kaya: Mg, Si, O bakımından zengin,

Buz; suyun baskın olduğu metan ve amonyumun karışımıdır.

4 Sonuç

Gezegenli yıldızlar, gezegensiz yıldızlarla karşılaştırdığında metalce daha zengindir (Guillot, 2005).

EOS (hal) denklemi özellikle H için daha iyi yapılmak koşuluyla elden geçirilmelidir. Bu konu ile ilgili yüksek basınç ve sıcaklıkta çok sayıda deneyler yapılmalıdır.

Gezegenli sistemler üzerine bizim hedeflediğimiz ise, yıldız modellerinden yaş ve kimyasal kompozisyon elde ederek sistemlerin fiziksel parametreleri ile bu bulgular arasında bağlantı var olup olmadığını araştırmaktır. Bunun içinde duyarlı gözlem verilerinden faydalanarak gezegenli yıldızların en uygun modellerini yapmaya çalışıyoruz.

5 Kaynaklar

Baraffe, I., Chabrier, C. and Barman, T., 2010, The physical properties of extrasolar planets

Guillot, T. , 2005, The Interiors of Giant Planets Models and Outstanding Questions

Valencia, D. et al., 2005, Internal Structure of Massive Terrestrial Planets

Frank, D. S. , 2005, High pressure equations of state and planetary interiors