

Galaktik Yapı Çalışmalarının Dünü, Bugünü ve Yarını

Serap Ak¹★

¹İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

Özet

Fotometrik, tayfsal ve astrometrik yöntemler ile incelenmesine rağmen, Galaksimizin oluşumu, evrimi ve yapısı hakkında hala tam bir görüş birliğine varılamamıştır. Galaksimizin yapısının incelenmesinde hem galaksi-dışı astronomiden hem de yıldız popülasyonlarından yararlanır. Bu amaçla çeşitli galaksi modelleri oluşturulmuştur. Teleskobun icadından sonra yapılan ve gelenekselleşen yıldız sayımı analizleri Galaksimizin temel yapısının anlaşılmasını sağlamıştır. 2000'li yıllardan itibaren de yeni fotometrik ve tayfsal gökyüzü taramalarıyla duyarlı veriler elde edilerek Galaksimizin yapısı hakkında ayrıntılı bilgiye ulaşılmıştır. 2013'te fırlatılan *GAIA* uydusu ile Galaksimizdeki bir milyardan fazla cisim incelenerek Galaksimizin kökeni, oluşumu, evrimi ve yapısı hakkındaki bilgilerimize yeni ufuklar açılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Galaxy: structure, Samanyolu, Galaksiler, Kozmoloji

1 Giriş

Galaksi, kütle çekimiyle birbirine bağlı milyarlarca yıldızdan, gaz ve tozdan oluşan bir yapıdır. Gece gökyüzünde aletsiz görülen çoğu nesne Galaksimiz Samanyolu'na aittir. Samanyolu, gökyüzünde boydan boya uzanan sönük bir kuşak olarak görünür. Eski Yunanlılar bu puslu kuşağı *sütlü çember* anlamına gelen *galaxies kuklos*, Romalılar sütlü yol anlamına gelen *via lactae* olarak adlandırmışlardır.

Uzaklık ölçümlerinin zorluğundan, merkeze doğru baktığımızda gaz ve tozdan ve içeride olduğumuzdan Galaksimizin yapısını belirlemek zordur. Galaksimizin yapısının incelenmesinde hem galaksi-dışı astronomiden hem de yıldız popülasyonlarından yararlanır. Galaksimizin yapısı; fotometrik, tayfsal ve astrometrik yöntemler ile incelenebilir. Ayrıca, radyo bölgesinden gama ışınlarına kadar elektromanyetik tayfın her bölgesinde farklı nesnelere incelenerek Galaksimizin yapısı araştırılabilir. Galaksimizin yapısını ortaya koymak için çeşitli galaksi modelleri oluşturulmuştur. Modellerdeki parametreler gözlemler yardımı ile tayin edilir. Gözlemsel bulguların fiziksel bir anlamının olması için modeller ile uyumlu olmaları gerekir. 2000'li yıllarda başlayan SDSS, 2MASS, *WISE* ve diğerleri gibi yeni fotometrik ve tayfsal gökyüzü taramaları, Galaktik yapı çalışmalarını için duyarlı veriler sağlayarak Galaktik yapının anlaşılmasına katkıda bulunmuştur. 2013'te fırlatılan *GAIA* uydusu ile Galaksimizdeki bir milyardan fazla cisim incelenerek Galaksimizin kökeni, oluşumu, evrimi ve yapısı hakkındaki bilgilerimize yeni ufuklar açılacaktır.

2 Galaktik Yapı Araştırmalarında Yıldız Sayımları

Bir teleskop ile Samanyolu'nu inceleyen ilk astronom Galileo, Samanyolu'nun sayısız yıldızlardan oluştuğunu keşfetti. 1780'li yıllarda William ve Caroline Herschel, gökyüzünü bölgelere ayırıp, bu bölgelerin her birindeki yıldızları sayarak Güneş'in Galaksideki yerini çıkarmaya çalıştı. Samanyolu boyunca, aynı yıldız yoğunlukları buldular ve Güneş'in Galaksimizin merkezinde olduğu sonucuna ulaştılar.

20. yüzyılın başlarında, Hollandalı astronom Kapteyn Güneş'ten itibaren çeşitli doğrultularda yıldız yoğunluğunu ve

uzaklıklarını hesaplayarak Güneş'in Galaksimizdeki yerini bulmaya çalıştı. Kapteyn'e göre Samanyolu, yaklaşık 10 kpc çapında ve 2 kpc kalınlığındadır, Güneş merkez civarında bulunmaktadır. Hem Herschel hem de Kapteyn Güneş'in Galaksimizin merkezinde olduğu fikrinde yanıldılar.

Kapteyn yıldızların yerlerini inceleyerek Galaksimizde Güneş'in yerini belirlemeye çalışırken Shapley küresel kümeleri kullanarak aynı işi yapmaya çalışıyordu. Küresel kümeler Kapteyn'in incelediği yıldızlardan çok daha uzaktı. **Shapley (1917)** o zamana kadar bilinen 93 küresel kümenin doğrultuları ve uzaklıkları ile ilgili araştırmasının sonuçlarını yayımladı. Kümelerin gökyüzünde eşit dağılmadıklarını, merkezinde Yay takımı yıldızının bulunduğu bir bölgede daha fazla bulduklarını gösterdi. Galaksimizin ~100 kpc çapında ve Güneş'in de Galaksi merkezine ~15 kpc uzaklıkta olduğunu buldu.

1920'lerde, Oort ve Lindblad Güneş'e yakın çok sayıda yıldızın hareketlerini inceleyip Güneş'ten olan doğrultularına bağlı olarak hızlarının farklı olduğunu buldular. Galaksi merkezinden uzaklaştıkça hızların azaldığını gördüler. Onlar da Shapley gibi, Galaksinin merkezinin Yay doğrultusunda binlerce ışık yılı uzaklıkta olduğu sonucuna ulaştılar.

1910'ların sonunda evrenin büyüklüğü ve sarmal bulutsuların doğası hakkında iki karşıt görüş vardı. 1920'de Amerika'da yapılan "Ulusal Bilimler Akademisi" toplantısında karşıt görüşlerin temsilcileri olan Shapley ve Curtis arasında bir tartışma yapıldı. Shapley, Samanyolu'nun çok büyük olduğunu ve bu nedenle bulutsuların Samanyolu'na ait olduklarını söyledi. Samanyolu'nun çok daha küçük olduğunu söyleyen Kapteyn modeline inanan Curtis ise bulutsuların Samanyolu'nun ötesinde ayrı birer galaksiler olduğunu söyledi. **Hubble (1925)**, Andromeda galaksisindeki Sefeid değişenlerini gözleyerek Andromeda'nın uzaklığını belirledi ve bu tartışmayı sona erdirdi.

Trumpler (1930), yıldız kümeleri ile ilgili çalışmalarında uzak kümelerin beklenildiğinden daha sönük göründüklerini keşfetti. Sonuç olarak, Trumpler yıldızlararası uzayın mükemmel bir vakum olmadığını, uzak yıldızlardan gelen ışığı absorblayan toz ortamının olduğu sonucunu çıkardı. Yıldızlararası tozun keşfi, hem Herschel ve Kapteyn hem de Shapley, Oort ve Lindblad'ın sonuçları arasındaki uyumsuzluğu çözdü. Herschel ve Kapteyn'i yanılta bu yıldızlararası sönükleşme idi.

Galaksimizin yapısının incelenmesinde yararlanan yıldız

★ akserap@istanbul.edu.tr

popülasyonları kavramını Baade (1944) ortaya atmıştır. Güneş civarındaki yıldızlarla küresel kümelerin yapısında farklılık görece Güneş civarındaki yıldızlar için Popülasyon I, küresel kümeler için de Popülasyon II terimini kullanmıştır.

2000'li yıllara kadar, geleneksel yıldız sayımları analizi, Galaksimizin temel yapısının ve yıldız popülasyonlarının anlaşılmasını sağlamıştır. İlk geniş gözlemsel sistematik gökyüzü taraması, fotografik Basel Halo Programıdır (BHP; Becker 1965). 2000'li yıllarda Galaksimizin yüksek ayırma güçlü, hassas, büyük ölçekte sistematik olarak araştırılması için CCD tabanlı sayısal gökyüzü taramaları devreye girdi. SDSS, 2MASS, CADIS, BATC, DENIS, UKIDSS/VISTA, WISE gibi yeni taramalar Galaksimizin yapısı çalışmaları için daha hassas verilerin elde edilmesini sağlamışlardır. 2013'te fırlatılan GAIA uydusu ile Galaksimizdeki bir milyardan fazla cisim incelenerek Galaksimizin kökeni, oluşumu, evrimi ve yapısı hakkındaki bilgilerimize yeni ufuklar açılacaktır.

3 Galaksimizin Oluşum Modelleri

Galaksimizin oluşumunun ilk fiziksel modeli Eggen ve diğ. (ELS, 1962) tarafından ortaya atılmıştır. ELS, yıldız örneklerini kinematik olarak seçmişlerdir. UV artığı olmayan veya az olan yıldızların nispeten çember yörüngelerinde, UV artığı çok olan yıldızların ise daha uzakta ve elips yörüngelerinde hareket ettiklerini, bu yıldızların Galaksimizin disk ve halosunu temsil ettiğini söylemişler ve Galaksimizin oluşumuyla ilgili bir hipotez oluşturmuşlardır. ELS, Galaksimizin çok büyük bir gaz kütesinin içe doğru çökmesiyle oluştuğunu ve çöktükçe metal bakımından zenginleştiğini, bu sürecin de 10^8 yılın birkaç katı zamanda oluştuğunu kabul etmişlerdir. Diğer taraftan ELS modeline zıt olan Galaksi'nin birleşme ile oluştuğu senaryosu, ilk kez, Searle ve Zinn (SZ, 1978) tarafından savunulmuştur.

SZ, Galaktik halodaki küresel kümeleri incelemiş ve bu cisimlerin metal bolluğunda bir farklılık ve metal bolluklarına göre de bazı kümelerin diğerlerinden daha yaşlı olduğunu görmüşlerdir. SZ, halodaki küresel kümelerin Galaksimizin hızlı çökmesinden daha uzun bir yaş dağılımı gösterdiğini keşfederek Galaksimizin daha uzun bir zaman aralığında oluştuğunu ifade etmişlerdir. Tek bir bulutun çökmesi yerine Galaktik halonun birkaç bulutun birleşmesiyle oluştuğunu önerdiler.

Galaksimizin belirli bir bileşeni için bir metal bolluğu gradiyentinin varlığı, bu bileşenin çökerek oluştuğuna, metal bolluğu gradiyentinin olmaması ise bu bileşenin cüce tipi galaksiler gibi büyük parçaların birleşmesi ile oluştuğuna dair bir delil olarak gösterilebilir.

4 Galaksimizin Modelleri

Galaksimizin yapısını ortaya koymak amacı ile çeşitli galaksi modelleri oluşturulmuştur. Galaksi modelleri, Galaksimizdeki uzay yoğunluklarını galaksi koordinatlarının bir fonksiyonu olarak ifade eden matematiksel formüllerdir.

Samanyolu Galaksisi için yapılan ilk model Bahcall ve Soneira (1980)'a ait iki bileşenli (disk ve halo) standart modeldir. Gilmore ve Reid (1983) Güney Galaktik Kutup doğrultusunda yaptıkları yıldız sayımı çalışmalarında, standart modelin gözlemler ile uyummadığını, ancak bu modele "kalın disk" adı verilen yeni bir bileşenin katılımı ile bunun sağlanabileceğini göstermişlerdir.

Son zamanlara kadar standart modelde ince disk bileşenine ait yoğunluk kanununun, Galaksi merkezinden radyal ve Galaksi düzlemine dik doğrultularda çift exponansiyelli bir fonksiyon

ile değiştiği kabul ediliyordu. Son yıllarda ise Galaksi modellerinde ince diskin yükseklik ölçeğini içeren matematiksel ifadenin parlak mutlak kadirlerde ($M_g \leq 8$) üstel (exp), sönük mutlak kadirlerde ($M_g > 8$) sekanthiperbolik kare ($sech^2$) fonksiyonu ile daha iyi uyumlu olduğu gösterilmiştir (Karaali et al. 2004; Bilir et al. 2006a).

Farklı araştırmacıların Galaksi model parametre değerlerini geniş aralıkta ve farklı değerler olarak vermelerinin birkaç nedeni olabilir: 1) Galaksi model parametreleri Galaktik enlem ve boylama bağlıdır (Buser et al. 1998, 1999; Bilir et al. 2006a,b; Cabrera-Lavers ve diğ. 2007; Ak ve diğ. 2007; Bilir ve diğ. 2008). 2) Galaksi model parametreleri mutlak parlaklığa bağlıdır (Karaali et al. 2004; Bilir ve diğ. 2006c). 3) Galaksi model parametreleri limit uzaklık ile de değişim göstermektedir (Karaali et al. 2007). 4) Farklı enlem ve boylamlardaki yıldız alanları için hesaplanan Galaksi model parametrelerinin farklı oluşu, diskin flare (alevlenme) ve warp (burulma) etkisi ile açıklanabilir (Lopez-Corredoira ve diğ. 2002; Momany ve diğ. 2006). 5) Haloda yoğunluk fazlalığı olan bölgelerin gözlenmesidir. Bu yoğunluk fazlalığı hakkında iki senaryo vardır: Halonun üç eksenli yapısı (Newberg ve Yanny 2006; Jurić et al. 2008) ve cüce galaksilerin Galaksimiz ile birleşmesi sonucunda Galaksimize yığılan kalıntılar (Wyse ve diğ. 2006).

5 Galaksimizin Bileşenleri

Galaksimizi oluşturan ayırt edilebilir bileşenleri zaman içinde belirsiz ve şaşırtıcı isimlere sahip olmuşlardır. Galaksimizin bileşenleri genel olarak disk ve halo olarak verilebilir. Fakat ayrıntılı verilmek istenirse bileşen sayısı artar. O halde Galaksimizin başlıca bileşenleri olarak şunları söyleyebiliriz: Şişkin bölge ve Çubuk, İnce Disk, Kalın Disk, Yıldızlar Halosu, Karanlık Halo ve Yıldızlararası Ortam.

5.1 Galaksimizin Merkezi

Galaksi'nin merkezini yıldızlararası sönüklemeden dolayı görünür ışıktaki gözlemek zordur. Son yıllarda X-ışını, kızılötesi ve radyo dalgaboylarında, giderek artan çözünürlük ve duyarlılıkla yıldızlararası ortamın neden olduğu etki aşılarak Galaksi merkezi araştırılmaya başlanmıştır. Güneş'ten 26,000 ışık yılı uzaklıktadır. Galaksimizin merkezi Yay takım yıldızı doğrultusundadır. Sgr A* olarak isimlendirilir ve birkaç milyon Güneş kütesine sahip kütleli bir kara delik içerir.

5.2 Şişkin Bölge ve Çubuk

Şişkin bölge ve çubuk bileşenlerini, Galaktik düzlemdeki konumumuzdan ve sönükleşme nedeniyle, diğer bileşenlerden ayırt etmek zordur. Şişkin bölge ve çubuk, Galaktik yapı ile ilgili son tartışma konularından biridir. Galaksimizde yapılan gözlemlerden ve dış galaksi gözlemlerinden Galaksimizin de bir şişkin bölgeye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Şişkin bölgenin varlığı IRAS uydusunun yardımı ile M ve K devlerinin incelenmesinden ve yıldızların dönme eğrilerinden elde edilmiştir. Şişkin bölge parlaktır ve yüksek yıldız yoğunluğuna sahiptir. Bu bölgede yoğunluk güç kanunu ile içten dışa doğru azalır. Şişkin bölgenin özellikleri bir eliptik galaksinin özelliklerine benzer, sanki her bir sarmal galaksinin merkezinde küçük bir eliptik galaksi varmış gibi düşünülebilir. Galaksimizin şişkin bölgesindeki yıldız içeriği karışıktır. Hem çok yaşlı, düşük metal bolluğa sahip yıldızlar hem de genç, metalce zengin yıldızlar vardır. Galaksinin bu bölgesinde metal bolluğu değişimi $-1 \leq [Fe/H] \leq +1$ dex'tir. Ortalama metal bolluğu yaklaşık $[Fe/H] \sim 0.3$ dex'tir.

(Lopez-Corredoira ve diğ. 2007)'ne göre şişkin bölge ve çubuk iki ayrı bileşendir. Üç eksenli şişkin bölge kısadır ve çok daha geniş enlem aralığında yer alır ($|l| < \sim 15^\circ$, $|b| < 10^\circ$). Konum açısı $28^\circ \pm 8^\circ$ 'dir (Lopez-Corredoira ve diğ. 2005). Bar uzundur ve düzlemdir ($-14^\circ < l < +30^\circ$, $|b| < \sim 1^\circ.5$). Son ölçümlere göre, uzun bar için konum açısı $43^\circ \pm 7^\circ$ (Hammersley ve diğ. 2000) olarak elde edilmiştir. Yaklaşık 27,000 ışık yılı uzunluğundadır. Araştırmaların gösterdiğine göre bar, göreceli olarak yaşlı ve kırmızı yıldızlardan oluşur. Barların diferansiyel olarak dönen disklerde bir kararsızlığın sonucu olarak oluştuğu şişkin bölgelerin ise başlangıçta var olan bir Galaktik bileşen olduğu farzedilir.

5.3 İnce disk

İnce disk bileşeni, genç ve yaşlı ince disk olmak üzere ikiye ayrılır. Bu bileşende bulunan yıldızların metal bolluğu ortalama olarak $[Fe/H] \sim 0$ dex, Galaksi merkezi etrafında çizdikleri yörünge ise çemberdir. Yaşları 0 ila 10 Gyr arasındadır. Yıldız oluşumunun devam ettiği bir bileşendir. Galaksimizin disk bileşeni, Galaktik düzlemde yoğunlaşan toz ve gazın yanında çoğunlukla yıldızları içerir. Ayrıca disk, genç yıldızlar, moleküler bulutlar ve iyonize gazın oluşturduğu sarmal kolları da içerir. Kütleli genç yıldızların ve oldukça yoğun HII bölgelerinin Galaktik dağılımıyla ilgili son çalışmaya (Urquhart 2014) göre Samanyolu Galaksisi'nin dört büyük sarmal kolu vardır. Samanyolu Galaksisi'ne ait yıldızların çoğu, Güneş'imiz de dahil, ince disk bileşeninde bulunur. HI gaz tabakası büyük yarıçaplarda alevlenme ve burulma etkisi yaratır.

5.4 Kalın disk

Kalın disk bileşeninin varlığı kabul edilmesine rağmen, ince disk ile halo arasında bir geçiş temsil ettiği ya da ayrı bir bileşen olduğu konusunda tartışmalar ortaya çıkmıştır. Artık bugün, ince disk veya halonun bir kuyruğu değil ayrı bir bileşen olduğu kabul edilmektedir. Ancak bu kez de kalın diskin kökeni tartışma konusu olmuştur. Kalın diskin oluşumuyla ilgili farklı senaryolar vardır: Radyal göç (Schönrich & Binney 2009; Roskar ve diğ. 2008), küçük birleşmeler (Villalobos, ve Helmi 2008), diskin ısınması (House ve diğ. 2011) ve Kütleli bir uydunun katılımı (Abadi ve diğ. 2003; Brook ve diğ. 2005). Kalın disk, kinematik, tayfsal ve uzay dağılımları bakımından ince disk ile halo arasında yer alır. Bu bileşende yer alan cisimler, metalce zengin küresel kümeler, RR Lyrae yıldızları, Mira değişenleri ve alan yıldızlarıdır. Yıldızların yaklaşık olarak %5'i kalın diskte bulunur. Güneş'in birkaç kpc civarında olan tipik kalın disk yıldızlarının metal bolluğu $[Fe/H] \sim 0.6$ dex'tir ve aynı metal bolluğuna sahip 47 Tuc küresel kümesinin yaşındadırlar, 12 Gyr.

5.5 Halo

Galaksimizin halo bileşeni, gözlemlenebilen yıldızlar halosu ve varlığını gözlemleyemediğimiz ancak galaksimizin dönme eğrisinden itibaren açıklayabildiğimiz karanlık halodan oluşur. Halo, Samanyolu Galaksisi'nin en büyük boyutlu ve yıldız içeren son bileşenidir. Halo bileşeni metalce fakir küresel kümeler ile en yaşlı alan yıldızlarından oluşur. Bunlara ilaveten, alt çüce yıldızları, RR Lyrae yıldızları, mira değişenleri, küçük kütleli yıldızları da içerir. Yıldız halosunun uzay hızı, fotometrik ve tayfsal verilerden itibaren elde edilen ortalama metal bolluğu $[Fe/H] \sim 1.5$ dex civarındadır. Carollo ve diğ. (2007) Galaksimizin yıldız halosunun iç ve dış olmak üzere iki bileşeni olduğunu belirttiler. Yeni çalışmalar, iç halonun daha basık ve Samanyolu'nun merkezinden 50,000 ışık yılı uzaklığa kadar, dış

halonun daha küresel ve Galaktik merkezden 65,000 ışık yılının ötesine kadar uzandığını söyler. Galaksimizin en dışında yer alan halo bileşeninin yavaş döndüğü veya hiç dönmediği kabul edilmektedir.

Basık yörüngeler üzerinde hareket eden yıldızların tesbiti galaksilerin az ışık gönderen ya da hiç ışık göndermeyen bir bileşeni içermesi gerektiğini gösterdi. Bu bileşene "kütleli halo" veya "karanlık halo" dendi. Bilinen "yıldızlar halosu" ile "karanlık halo" uzay dağılımı ve fiziksel bakımdan birbirinden farklıdır. "Karanlık halo"nun varlığı çekim etkisinden anlaşılır, oldukça yuvaraktır ve yıldızlardan oluşmadığı hemen hemen kesindir. Çüce galaksilerin dinamik incelemelerinden karanlık halonun 100 kpc'e kadar uzandığı söylenebilir. Galaksinin kütleline hakim olan bileşendir. Doğası tam olarak bilinmemektedir. Karanlık madde parçacıkların birleşimi, atom altı parçacıklar veya astronomik cisimler olabilir.

6 Yıldız Akıntıları ve Halkası

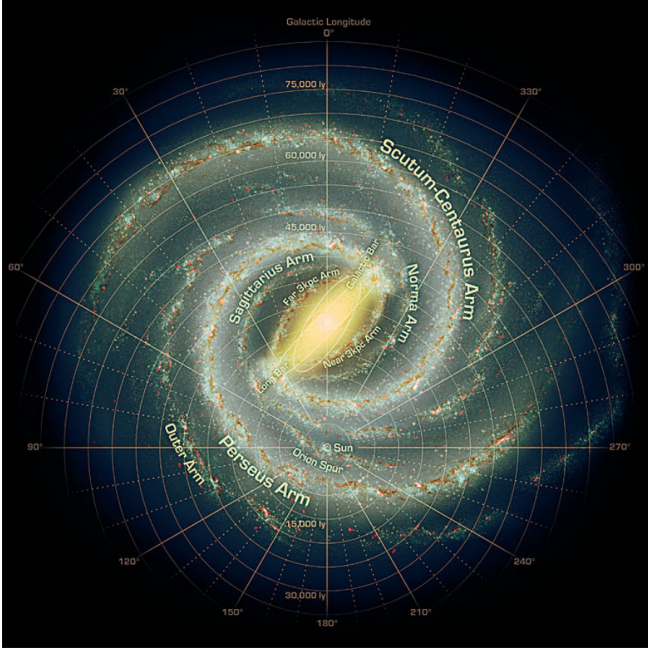
Galaksimizin etrafında dinamik olarak bağlı uydu galaksiler bulunmaktadır. Samanyolu sistemi çok sayıda çüce galaksiye sahiptir. SDSS'in en önemli keşiflerinden biri Galaksimizin oluşumu ve evrimine ışık tutacak halosundaki alt yapıların keşfiydi. Bu keşiflerin en ünlüsü Belokurov ve diğ. (2006)'nin yılında yayımladığı "yıldız akıntıları" ile ilgili çalışmaydı. Akıntıların, Samanyolu ile etkileşimleri sonucu, çüce galaksilerin kalıntıları olduğuna inanılır. Galaktik halodaki yıldız akıntılarıyla ilgili ilk kanıt, Sagittarius çüce galaksisini keşfeden Iбата ve diğ. (1994) tarafından bulundu. Bu yıldız akıntısı 2MASS verileri kullanılarak Majewski (2003) tarafından görüntüldü. Bu keşiften bu yana birçok yıldız akıntısı haritalandı: Monoceros (Newberg ve diğ. 2002), Orphan (Belokurov ve diğ. 2007), Hercules-Aquila, Virgo (Duffau ve diğ. 2006) gibi. Hala, yeni yıldız akıntılarının keşfi devam ediyor (Grillmair 2014). Samanyolu'nun sarmal diski bir yıldızlar halkasıyla çevrelenmiştir. Bu halkanın milyarlarca yıl önce daha küçük bir uydu galaksiden ayrılmış yıldızlar ve gazdan oluştuğu düşünülmektedir (Newberg ve diğ. 2003). Halka dağılmış yıldızlardan oluşur ve bu nedenle düşük yüzey parlaklığına sahiptir.

7 Galaktik Yapı Araştırmalarına Katkımız

İstanbul Üniversitesi Galaktik Yapı Çalışma Grubu olarak Samanyolu Galaksisi'nin yapısı ile ilgili çalışmalara yaptığımız katkılar: (i) Galaksi modellerinde ince diskin yükseklik ölçeğini içeren matematiksel ifadenin $M_g \leq 8$ için (exp), $M_g > 8$ için (sech²) fonksiyonu ile daha iyi uyumlu olduğunu gösterdik. (ii) Galaksi model parametrelerinin Galaktik enlem ve boylam ile mutlak kadirle bağlı olduğunu bulduk. (iii) Galaksi model parametrelerinin limit uzaklık ile de değişim gösterdiğini, belirli bir model parametresinin farklı hacimler için farklı olduğunu ifade ettik. (iv) Işıma gücü fonksiyonlarının belirlenmesinde evrimleşmiş yıldız etkisini ortaya koyduk. (v) Mutlak parlaklık ve metal bolluğu kalibrasyonları oluşturduk. (vi) Farklı fotometrik sistemlerin birbirine dönüşümünü sağlayan dönüşüm denklemleri elde ettik. (vii) Dev ve çüce yıldızların ayrımı için bir yöntem geliştirdik. (viii) Galaktik model parametrelerinin evrimleşmiş/anakol yıldızlarına bağlı olduğunu tespit ettik. (ix) Galaksimizde hem dik hem de radyal doğrultuda metal bolluğu gradiyentini tespit ettik.

8 Sonuç

Galaksimizin yapısının incelenmesinde hem galaksi-dışı astronomiden hem de yıldız popülasyonlarından yararlanılmasına, kine-



Şekil 1. Bugünkü bilgiler dahilinde Galaksimizin yapısı.

matik, tayfsal ve fotometrik yöntemler kullanılmasına rağmen, hala, Galaksimizin oluşumu, evrimi ve yapısı hakkında tam bir görüş birliğine varılamamıştır. Ancak, 2013'te fırlatılan *GAIA* uydusu ile Galaksimizdeki bir milyardan fazla cisim incelenerek Galaksimizin kökeni, oluşumu, evrimi ve yapısı hakkındaki bilgilerimize yeni ufuklar açılacaktır. Galaksimizin yapısıyla ilgili yapılan son çalışmalara göre Samanyolu Galaksisi Şekil 1'deki gibidir.

Kaynaklar

- Abadi, M. G., ve diğ., 2003, ApJ, 597, 21
 Ak, S., ve diğ., 2007, AN, 328, 169
 Baade, W., 1944, ApJ, 100, 137
 Bahcall, J. N., Soneira, R. M., 1980, ApJS, 44, 73
 Becker, W., 1965, Zs. Astrophys., 62, 54
 Belokurov, V., ve diğ., 2006, ApJ, 642L, 137
 Belokurov, V., ve diğ., 2007, ApJ, 658, 337
 Bilir, S. ve diğ., 2006a, NewA, 12, 234
 Bilir, S., ve diğ., 2006b, AN, 327, 72
 Bilir, S. ve diğ., 2006c, MNRAS, 366, 1295
 Bilir, S., ve diğ., 2008, PASA, 25, 69
 Brook, C.B., ve diğ., 2005, ApJ, 630, 298
 Buser, R., ve diğ., 1998, A&A, 331, 934
 Buser, R., ve diğ., 1999, A&A, 348, 98
 Cabrera-Lavers, A., ve diğ., 2007, A&A, 465, 825
 Carollo, D., ve diğ., 2007, Natur, 450, 1020
 Duffau, S., ve diğ., 2006, ApJ, 636L, 97
 Eggen, O. J., Lynden-Bell, D., Sandage, A. R., 1962, ApJ, 136, 748
 Gilmore, G., Reid, N., 1983, MNRAS, 202, 1025
 Grillmair, C. J., 2014, ApJ, 790L, 10
 Hammersley, P. L., ve diğ., 2000, MNRAS, 317L, 45
 House, E. L., ve diğ., 2011, MNRAS, 415, 2652
 Hubble, E. P., 1925, PA, 33, 252
 Ibata, R. A., ve diğ., 1994, Nature, 370, 194
 Juric, M., ve diğ., 2008, ApJ, 673, 864
 Karaali, S., ve diğ., 2004, MNRAS, 355, 307
 Karaali, S., ve diğ., 2007, PASA, 24, 208

- Lopez-Corredoira, M., ve diğ., 2002, A&A, 394, 883
 Lopez-Corredoira, M., ve diğ., 2005, A&A, 439, 107
 Lopez-Corredoira, M., ve diğ., 2007, AJ, 133, 154
 Majewski, S. R., ve diğ., 2003, ApJ, 599, 1082
 Momany, Y., ve diğ., 2006, A&A, 451, 515
 Newberg, H. J., ve diğ., 2002, ApJ, 569, 245
 Newberg, H. J., ve diğ., 2003, ApJ, 596L, 191
 Newberg, H. J., Yanny, B., 2006, JPhCS, 47, 195
 Roskar, R., ve diğ., 2008, ApJ, 684L, 79
 Schönrich, R., Binney, J., 2009, MNRAS, 396, 203
 Searle, L., Zinn, R., 1978, ApJ, 225, 357
 Shapley, H., 1917, PASP, 29, 245
 Trumpler, R. J., 1930, PASP, 42, 214
 Urquhart, J. S., 2014, MNRAS, 437, 1791
 Wyse, R. F. G., Gilmore, G., 1986, AJ, 91, 855
 Wyse, R. F. G., ve diğ., 2006, ApJ, 639L, 13
 Villalobos, A., Helmi, A., 2008, MNRAS, 391, 1806

Erişim:

041-0930: UAK-2015 Program --- UAK Bildiri --- Turkish J.A&A.