

YILDIZ İÇ YAPI VE EVRİMİNDE GÜNCEL GELİŞMELER (YİYE)

29-30 Kasım 2021

BİLİM KURULU

Mutlu YILDIZ (Ege Üniversitesi)

Sıtkı Çağdaş İNAM (Başkent Üniversitesi)

Volkan BAKIŞ (Akdeniz Üniversitesi)

Tolga GÜNVER (İstanbul Üniversitesi)

Faruk SOYDUGAN (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)

DÜZENLEME KURULU

Ömer L. Değirmenci (Ege Üniversitesi)

Mutlu Yıldız (Ege Üniversitesi)

Esin SİPAHİ (Ege Üniversitesi)

Zeynep ÇELİK ORHAN (Ege Üniversitesi)

Sibel ÖRTEL (Ege Üniversitesi)

Tuğbanur ÇAKIR (Ege Üniversitesi)

NOT: Etkinlik online olarak gerçekleştirilecektir.

Bu çalıştay TÜBİTAK'ın 118F352 nolu projesi tarafından desteklenmektedir.

YILDIZ YAPI VE EVRİMİNDE GÜNCEL GELİŞMELER ÇALIŞTAYI BİLDİRİ ÖZETLERİ

Yıldızlarda Neler Oluyor?

Mutlu YILDIZ

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Yıldızların yapı ve evrimi modern astronominin en asli alanlarından birisidir ve *Kepler*, *TESS* ve *Gaia* gibi uzay görevlerinin sayesinde bu alanda çok önemli gelişmeler meydana gelmektedir. Gezegen sistemlerinden gökada yapılarına kadar bütün astronomik yapıların evrimini ve yapısını anlamamız çok büyük oranda yıldızların yaşı hakkında bu alanda elde edilen bilgilere dayanmaktadır. Asterosismik kısıtlar hem erken hem de geç tip yıldızların, iç dönme, kütle kaybı ve iç katmanlardaki karışım süreçleri gibi, yapı ve evrimine ilişkin çok önemli çıkarımlar yapmamızı sağlamaktadır. Erken tip yıldızların titreşim frekansları özellikle iç yapılarında gerçekleşen karışım işlemlerinin verimliliğini anlamamızı sağlamaktadır. Geri tip yıldızlarda kaydedilen güneş-benzeri titreşimler sayesinde ise binlerce yıldızın hem temel özelliklerini hem de yaşlarını başka hiçbir yoldan elde edilemeyecek duyarlılıkta hesaplayabiliyoruz. Bu yıldızların çok büyük bir kısmı kırmızı devlerden ve kırmızı budak (red clump) yıldızlardan oluşmaktadır. Bu iki yıldız grubunun kıyaslanmasından, aralarındaki geçiş sonucunda nasıl bir kütle kaybı meydana geldiğine ve evrimin hangi kütle aralığında gerçekleştiğine ilişkin sonuçlara ulaşabiliriz. Öte yandan, kara deliklerin birleşmesi sonucu gözlenen kütleçekim dalgalarından elde edilen veriler ise çok büyük kütleli yıldızların bambaşka yeni özelliklerini karşımıza çıkarmaktadır. Bu konuşmada hem yıldız yapı ve evriminin genel bir değerlendirmesi yapılacak hem de yukarıda belirtilen alanlardaki güncel gelişmeler özet halinde verilecektir.

Çift Yıldız Evrimi ve Yıldız Yapısına Etkileri

Fahri ALIÇAVUŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

Özet

Yıldızlar görünür evrenin yapısını ve evrimini anlamamızdaki en etkin yapı taşlarıdır. Çift yıldızlar, bileşen yıldızların mutlak parametrelerinin yüksek bir duyarlılıkla belirlendiği cisimlerdir. Bu nedenle yıldızların doğasını anlamamızda, çift yıldızlar önemli bir yere sahiptir. Çift yıldızlar evrimleri sırasında birçok fiziksel süreçten geçmektedir. Farklı evrim durumlarındaki çift yıldızlar, yıldızların evrimsel özelliklerinin incelenmesine olanak sağlamaktadır. Çift yıldızlar yörünge evrimleri süresince, tek yıldız özelliklerine görece daha yakın olan ayrık safhasından, çiftlik etkilerinin baskın olarak ortaya çıktığı degen safhasına kadar ilginç bir evrim sergilemektedir. Bu nedenle çift yıldız evriminin daha duyarlı ve detaylı araştırılabilmesi, bileşen yıldızların, başlangıç kütle ve bolluk yapılarının yanında başlangıç yörünge dönemi gibi çift yıldız özelliklerine de oldukça bağlıdır. Bu bağlamda, çift yıldızların evrimsel olarak incelenmesi, evrim modellerindeki yıldız iç yapı değişimlerinin anlaşılmasına

da katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmada, farklı özellikteki çift yıldızların evrim modellerinde karşılaşılan farklılık ve etkiler sunulacaktır.

Yıldız Kümeleri ve Evrimleri

İnci AKKAYA ORALHAN

Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Gözlemlerimiz ve teorik modellerimiz bize birçok yıldızın moleküler bulutlarda gruplar veya kümeler halinde oluştuğunu göstermektedir. Kümeler temelde açık ve küresel kümeler olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Küresel kümeler bir galaksideki yaşlı ve metalce fakir popülasyonu oluştururken, açık yıldız kümeleri daha genç ve metalce zengin yıldızları içermektedir. Bu nedenle yıldız kümelerini anlamak, yıldız popülasyonlarının yanı sıra ev sahibi gökadalardan evrimini izlemek için de bizlere önemli ipuçları sunmaktadır. Bir yıldız kümesinde bulunan yıldızların yaşları ve kimyasal kompozisyonları hemen hemen aynı olup ortak çekim etkisi altında hareket ederler. Küme yıldızlarının tek farklılık gösterdiği parametre kütleleridir. Küme yıldızları tipik olarak 0.1- 10 M_{\odot} kütleleri arasında değişen geniş bir kütle aralığına sahiptir. Bu da bize birçok ortak özelliğe sahip fakat farklı kütlelerdeki yıldızların evrimlerini, aynı küme içerisinde incelememize olanak sağlar. Örneğin aynı kümedeki daha büyük kütleli yıldızlar daha hızlı evrimleştiği için kırmızı dev aşamasına geçerken daha küçük kütleli yıldızlar henüz HR diyagramında anakol evriminde devam etmektedir. Oldukça geniş bir kütle aralığına sahip olan kümeler HR diyagramında yaşlarına bağlı olarak güçlü bir sıcaklık-parlaklık ilişkisi gösterirler. Bu ilişki hem teorik eşyaş çizgilerinin test edilmesinde hem de gözlemsel sonuçlardan küme parametrelerinin (kızarma, uzaklık, yaş ve metal bolluğu gibi) elde edilmesinde büyük kolaylık sağlar. Bu sunumda, küme yıldızlarının küme evrimleri ile olan ilişkileri incelenecek ve kümeler üzerine yapılan güncel çalışmalar üzerinde durulacaktır.

Gaia Çağında Açık Kümeler

Talar YONTAN

İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Açık kümeler, onlarca veya binlerce yıldızın birbirine zayıf çekimsel kuvvetler ile bağlı bulunduğu yıldız toplulukları olup, bir molekül bulutunun eş zamanlı çökmesiyle oluşurlar. Başlangıç kütle fonksiyonlarına bağlı olarak kümeyi oluşturan yıldızlar kütle farklılıkları içerdiğinden küme üyesi yıldızlar geniş bir ışımaya gücü sınıfında yer alırlar. Küme üyesi yıldızlar Güneş'e, hemen hemen, aynı uzaklıkta, aynı kimyasal bollukta ve aynı yaşta bulunurlar, bu da açık kümeleri yıldız evriminin incelenmesinde önemli gök cisimleri yapar. *Gaia* uydusunun hassas astrometrik ve fotometrik verilerinin bir arada değerlendirilmesi, bilinen açık kümelerin duyarlı astrofizik parametrelerinin elde edilmesini sağlamakla birlikte, göreceli olarak uzak veya seyrek açık küme adaylarının belirlenmesine fırsat vermektedir. Açık kümelerin *Gaia* verileriyle analiz edilmesi yıldız astrofiziği ve yıldız evrimi dışında, Samanyolunun yapısı, oluşumu ve evriminin irdelenmesine de önemli katkılarda bulunmaktadır. Özellikle Galaktik düzlemdeki açık kümeler Samanyolunun spiral yapısı hakkında bilgi verir. Ayrıca, birçok açık kümenin kimyasal bolluklarının, yaşlarının ve

kinematik özelliklerinin bir arada incelenmesiyle elde edilen bulgular, Galaksimizin oluşumu ve evrimine ait modellerin sınanması açısından da bu gök cisimlerini önemli kılar. Bu sunumda açık kümelerin *Gaia* DR2 ve *Gaia* EDR3 veri tabanındaki astrometrik, fotometrik ve tayfsal veriler ile analizleri neticesinde elde edilen güncel sonuçlar paylaşılacak şekilde birlikte, uzun yıllardır İstanbul Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümünde sürdürülmekte olan çok renk fotometrik gözlemler ile *Gaia* uydu verilerinin bir arada değerlendirilmesiyle literatüre kazandırılan bulgu ve bilgilerden bahsedilecektir.

Yıldız İç Yapı Modelleri için Yüzey Yama Modelleri

Nesibe ÖZEL

Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Yıldız evrim hesaplamalarında, gözlem ile modelden hesaplanmış teorik frekansların karşılaştırılmasında en iyi bilinen problem yıldızların yüzey-yakın katmanlarının modelleme zorluğundan kaynaklanır. Modeller genelde basitleştirilmiş model atmosferlerini ve, süperadibatik bölge yapısında hatalara sebep olan konveksiyon tanımında, karışım uzunluğu teorisini kullanır. Dahası, genel adyabatik yaklaşımda hesaplanan model salınım frekansları türbülant basınç etkilerini ihmal eder. Süper adyabatik bölgede konveksiyon genelde karışım uzunluğu teorisi (MLT) ile ele alınır. Fakat, yüzey konveksiyonunun lokal-olmayan ve lineer-olmayan doğasının bir sonucu olarak, MLT bu karışık bölgeyi doğru bir şekilde modelleyemez. Optik yüzeye yakın üst sınır koşulları asterosismik gözlemler ile uyuzmaz. Yıldız yapı modelleri p-mod salınımları ile karşılaştırıldığı zaman, bu asterosismolojiye sözde yüzey-yakın etkileri olarak yansır. Dolayısıyla, yıldız yapı hesaplamalarında üst sınır koşullarının nasıl belirlendiğini iyileştirmek istiyoruz. Biz gerçek 3D yıldız atmosfer modellerini çalışıyoruz. Bunun için hassas bir şekilde yıldız modellerini fotosferik etkin sıcaklık ve çekime ve 3D simülasyonlarının en derin noktasında zamansal ve yataysal olarak ortalanmış basınçtaki sıcaklık değerine eşleştiriyoruz. Daha sonra yakın-yüzey yapısını bu ortalanmış simülasyon ile yer değiştirip mod frekanslarındaki değişimi hesaplıyoruz.

Tek Taraflı Zonklayan Yıldızlar

Filiz KAHRAMAN ALIÇAVUŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

Özet

Yıldızların en gizemli bölgeleri olan iç yapıları, astrofiziğin önemli dallarından biri olan yıldız sismolojisi sayesinde özellikle son zamanlarda artan hassas uydu verileriyle detaylıca incelenmeye başlanmıştır. Yüksek duyarlığa sahip uzay teleskop verileri sayesinde farklı özellikler segileyen birçok yeni sistem keşfedilmiştir. Bunlardan birisi de tek taraflı (single-sided) zonklayan yıldızlardır. Tek taraflı zonklayan yıldızlar yakın çift sistemlerde bulunan, birleşenlerinde biri zonklayan ve zonklama eksenini gel-git etkisi nedeniyle yörünge eksenine yer değiştiren sistemlerdir. Zonklama ekseninin değişmesi ve yoldaş bileşenden kaynaklanan etkilerle, zonklayan sistem baskın olarak sadece tek yarım kürede zonklamalar gösterir. İlk kez TESS uydu verilerinin incelenmesiyle açığa çıkarılan bu sistemlerin şu an için bilinen sayısı

üçtür. Bu yıldızlar yakın çift sistemlerin etkileşimlerinin zonklama doğasını ne ölçüde etkilediğinin bir göstergesidir ve yıldız astrofiziği açısından oldukça dikkat çekicidir.

NGC 6811 Kümesindeki Evrimleşmiş Yıldızların Asterosismolojisi

Zeynep ÇELİK ORHAN

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Özellikle küme üyesi yıldızlar üzerine yapılan asterosismik çalışmalar yıldızların yapı ve evrimini anlamada çok önemli bir role sahiptir. Çünkü küme üyesi olan yıldızların kimyasal kompozisyonları ve yaşları aynı gaz-toz bulutundan aynı zamanda oluştukları için ortaktır. Bu sayede küme üyesi yıldızlar için yapılan yıldız iç yapı modellerinde en belirsiz olan yaş ve kimyasal kompozisyon belli bir değer aralığında sınırlandırılabilir. Ayrıca küme üyesi yıldızların incelemelerinde gözlenen titreşim frekanslarının da dahil edilmesiyle yapılan ve/veya yapılacak iç yapı modellerinde daha da fazla kısıtlayıcı gözlem parametresinin yer alması ve yıldızların yapısal ve evrimsel süreçlerinin daha detaylı olarak incelenmesi anlamına gelmektedir. Bu amaçla Kepler'in gözlem bölgesinde olan NGC 6811 açık kümesine ait sekiz evrimleşmiş yıldızın yapısı MESA evrim koduyla detaylı olarak incelenmiştir. Yıldızların yapılan iç yapı modellerinin frekansları da ADIPLS kodu ile hesaplanmıştır. Yapılan modellemelerde özellikle yaşı ve gözlenen frekansları temsil ederken başvurulan yöntemler, yapı denklemlerinde dönmenin etkisinin ve kütle kaybının dahil edilmesinin yarattığı etkiler, üzerine detaylı bilgi verilecektir.

Kimyasal Sıra Dışı Yıldızlara Bir Bakış

Kutluay YÜCE

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Yıldızları sınıflandırma yollarından biri, yüzeylerindeki elementlerin cinsine ve bolluk yüzdesine göre yapılıdır. Bu sınıflandırmada kullanılan spektroskopik veriler, nötral element atomları yanında iyonların yaydığı ışınlar hakkında da ipuçları taşıdığı için, yıldız sınıflandırmasının yüzey kimyası ile ilgili olduğu da söylenebilir. Birçok yıldızın yüzey kimyası birbirine benzerdir. Fakat bazı yıldızlarda civa, mangan ve nadir toprak elementlerinin bolluk yüzdeleri beklenmedik şekilde yüksek çıkar. Böyle yıldızlara kimyasal sıra dışı (chemically peculiar) yıldızlar denir. Benim araştırma alanım bu yıldızlardır. Söz konusu yıldızların çekirdeklerinden yüzeye yakın bölgelerine ve atmosferlerine, hem radyasyon yoluyla hem de konveksiyon sonucu enerji aktarımı olur. Bu yüzden yüzeylerinin kimyası, sabit değildir. Çekirdekten dışa doğru madde taşınması olduğu için, atmosfer bazı ağır metaller bakımından zenginleşir. Bunun sonucu ağır metallerin gravitasyon etkisi ile yıldız merkezine doğru göçünü karşılayan, yüzeyi ağır metallerce zenginleştirici bir mekanizma vardır. Bu sunumda yıldız evrim süreci ile çekirdekten dışa doğru enerji ve madde aktarım süreçlerinin karşılıklı etkileşimlerini yansıtan spektral veriler irdelenecektir.

Oymaklardaki Yıldızların Fiziksel Karakteristikleri Üzerine Örnek Çalışma: Yukarı Akrep

Volkan BAKIŞ

Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri

Özet

Teorik çalışmalar yıldızların çoklu yıldız sistemleri içinde meydana geldiklerini ve çoklu sistem olmanın yıldız oluşumunun bir karakteristiği olduğunu söylemektedir. Gözlemsel çalışmalar OB oymaklarında bunu doğrularken oymak dışındaki yıldızlarda çoklu sistem özelliğinin azaldığı görülmektedir. Bu sunumda OB-türü yıldızların çoğunlukta olduğu, yıldız evriminin en erken aşamalarını gördüğümüz oymaklardaki üyelerin tanımlanması, fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve oymakların evrimi üzerine bir tartışma yapılacaktır. Örnek bir çalışma olarak Yukarı Akrep (Upper-Scorpius) oymağı incelenecektir.

Sefidlerin Evrimini İzlemek

Esin SİPAHİ

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Klasik sefid yıldızları oldukça yüksek ışıtmalara sahip zonklayan yıldızlardır. Düzenli parlaklık değişimleri sayesinde uzaklık belirteci olarak astrofizikte önemli bir yer teşkil ederler. Büyük kütleli bu yıldızlar evrim süreçleri içerisinde birçok kez kararsız duruma gelerek çapsal zonklama değişimleri sergilerler. Kararsızlık kuşağı içerisinde buldukları evrimsel aşama sefidlerin dönem değişimlerinden belirlenebilmektedir. Bu yıldızların dönem değişimlerinden büyük kütleli yıldızlar için mevcut yıldız evrim modelleri test edilebilir. Bu sunumda sefidlerin dönem değişimlerinin evrim süreçlerindeki rolü üzerinde durulacaktır.

Nötron Yıldızlarının İç Yapısı ve Hal Denklemi Üzerine Kısıtlamalar

Erbil Güğercinoğlu

Özet

Nötron yıldızları gözleyebildiğimiz evrende maddenin en yoğun ve rölativistik etkilerin en belirgin olduğu kararlı madde formunu içermektedir. Daha yüksek enerji yoğunluklarına laboratuvarlardaki rölativistik ağır iyon çarpışmalarında geçici olarak erişilmektedir, fakat meydana gelen madde aşırı sıcak ve kararsızdır. Nötron yıldızı maddesinin Fermi enerjisi ile karşılaştırıldığında soğuk oluşu bu yıldızların içerisinde maddenin çok sayıda egzotik hâllerinin ve süper akışkanlık ile süperiletkenlik gibi özelliklerin ortaya çıkmasının sebebidir. Bu konuşmada nötron yıldızlarının çift sistemlerde kaynaşması, soğuması, manyetik alan evrimi ve atarca sıçramaları gibi gözlemlerinden yola çıkılarak nötron yıldızlarının iç yapısı ve hâl denklemi üzerine ne gibi kısıtlamalar getirebileceği özetlenecek.

Atarcaların Zamanlama Artıkları ve Nötron Yıldızlarının İç Yapısı

Danjela SERİM

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü

Özet

Nötron yıldızları sahip olduğu yüksek yoğunluk ve manyetik alan şiddeti ile yeryüzündeki laboratuvarlarda elde edilemeyen şartlardaki fiziğin en uç durumların araştırılması için olanak sağlamaktadır. Süregelen kuramsal çalışmalar nötron yıldızının iç yapısının süper-iletken ve süper-akışkan özelliği taşıdığını göstermektedir. Gözlemsel olarak ise nötron yıldızlarının iç yapısı hakkında bilgi edinilmesi mümkün olabilmektedir. Çünkü atım gösteren nötron yıldızları çok düzenli olarak sergiledikleri dönme hareketinin yanı sıra zamanlama artıkları olarak da adlandırılan, atım periyodunda düzensiz salınımlarda göstermektedir. Bu düzensiz salınımlar ani periyot kaymaları ve zamanlama gürültüsü olarak ikiye ayrılabilir. Periyot kaymaları gözlemsel olarak nötron yıldızının içindeki süper-akışan oranı hakkında bilgi taşımaktadır. Zamanlama gürültüsü ise, gürültü analizlerinin yapıldığı zaman ölçeklerine bağlı olarak, atarcanın kütle aktarım şeması, manyetosferik salınımlar ve/veya yıldızın iç yapısı hakkında bilgi edinilmesine olanak sağlamaktadır. Bu konuşmada atarcaların hassas zamanlama teknikleri, zamanlama artıklarının yapısı ve gözlemsel olarak bu çalışmaların nötron yıldızlarının iç yapıları ile ilişkisi tartışılacaktır.

Kataklismik Değişen Yıldızlarda Madde Transferinin Bileşen Yıldızların Evrimine Etkisi

Dicle Zengin ÇAMURDAN

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Kataklismik değişen yıldızlar, düşük kütleli genellikle anakol yıldızı olan ve madde kaybeden bir yoldaş bileşen ile bu maddeyi toplayan bir beyaz cüceden oluşan etkileşen yakın çift sistemlerdir. Madde toplanmasının gözlemlendiği (10^{-11} - 10^{-9} $M_{\text{sun}}/\text{yıl}$) bu sistemlerin uzun dönemli evrimi, yörünge açısal momentumunun kaybı ile sürdürülür ve bu süreç yörünge döneminde de önemli değişimlere yol açar. CV'lerin gözlemsel yörünge dönemlerini açıklamaya dayanan standart CV evrim modellerinde biri olan bozulmuş (disrupted) manyetik frenleme modeli (Rappaport et al. 1983; Spruit & Ritter 1983; Livio & Pringle 1994)) açısal momentum kaybındaki ani değişimleri, kırmızı cüce bileşenin kütle transferine tepkisiyle ısısal dengesinin bozulması ile açıklamaya dayanır. Bileşenler arasındaki kütle transferi ile CV'lerin kısa yörünge dönemlerine doğru evrimi aslında ikinci bileşendeki evrimsel değişimler ile ilişkilidir. Diğer yönden aktarılan hidrojen zengin madde, beyaz cüce yüzeyi üzerinde birikir ve sonunda termonükleer kaçak olarak adlandırılan bir süreç ile nova patlamasına ve beyaz cücenin atmosferinde değişimlere yol açar. Buna ek olarak kısa ve uzun dönemli madde toplanmasının beyaz cüce sıcaklığını etkilediği gözlemlenmiştir (Gansicke, 2000). Bu çalışmada madde transferinin hem kırmızı cüce hem de beyaz cüce bileşen üzerindeki etkileri incelenecektir.

Büyük Kütleli Beyaz Cücelerin Evrimi: Kristalleşme ve Çift Yıldızlar

Mükremin Kılıç
Oklahoma Üniversitesi, Fizik ve Astronomi Bölümü

Özet

Beyaz cücelerin evrimi 10 milyar yıl içinde yüz bin dereceden dört bin dereceye soğumak olarak da düşünülebilir. Bu evrim sürecinde büyük kütleli beyaz cüceler kristalleşmeye başlar. Bu süreçte kristalleşen yıldızların gözlemsel özelliklerini, sayılarını ve nasıl oluştuklarını göreceğiz. Çift beyaz cüce sistemleri birleşip Ia tipi süpernova yapabilirler. Eğer kütleleri Chandrasekhar limitinin altındaysa, süpernova yapmayıp büyük kütleli beyaz cüce oluşturabilirler. Bu konuşmada bu tür yıldızların gözlemsel özelliklerini, nasıl bulduğumuzu ve çift yıldız evrimi için önemlerini tartışacağız.