

801.526

Asterosismoloji

Prof. Dr. Özgür Baştürk

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
obasturk@ankara.edu.tr

Her **Salı** Saat **09:30**
@ ABD

Dersin Amacı

Asterosismoloji **zonklayan yıldızların frekans spektrumlarını** çalışarak onların **iç yapılarını** anlamaya çalışan alt bilim dalıdır. Bu derste ana amaç bu dalın **gözlemsel ve teorik temellerinin** öğretilmesi ve asterosismolojik **veriyi analiz etmeye** yönelik **pratik uygulamaların** yaptırılmasıdır. Dersin teorik bölümünde yıldızlarda gözlenen **farklı zonklama mekanizmalarının fiziği** incelenecek, zonklamaların bazı **temel yıldız parametrelerini** (kütle, yarıçap, yoğunluk, uzaklık, iç yapı, dönme gibi) elde etmek üzere nasıl kullanıldığı öğretiləcəktir. Uygulamada ise **asterosismoloji gözlemleri** konusunda bilgiler verilecek ve **frekans tanım kümesinde düşünmeye** dayalı veri analizi teknikleri konularında pratik uygulamalar yaptırılacaktır.

Öğrenim Kazanımları – 1 / 2

1. Asterosismolojinin **temel kavramlarını** (temel ton, üst ton, harmonik, basınç ve yüzey çekim modları) **hatırlar ve tanımlar.**
2. Yıldızlarda zonklama olgusunun **temel fiziksel mekanizmalarını** **tarif eder.**
3. HR diyagramının farklı bölgelerindeki farklı kütlede ve **farklı evrimsel aşamadaki yıldızların zonklamalarını** **birbirinden ayırt eder,** aralarındaki **farkları ortaya koyar** ve **nedenlerini açıklar.**
4. Temel fizik yasalarının ve **kuramların** (Yıldız Salınımları Teorisi, Hidrodinamik Denge Denklemi, Adyabatik Yaklaşım, Denge Koşulları, Asimptotik Teori) yıldız salınımlarını nasıl açıkladığını **ifade eder.**
5. Yıldızlarda salınım olgusunun **hangi tekniklerle gözlenebildiğini** (Gözlem Teknikleri : Işık Ölçüm, Çizgi Profili ve Dikine Hız Analizleri, Çizgi Ortay Analizleri, Doppler Görüntüleme ve Moment Teknikleri) **sıralar.** Her bir tekniğin temel **dayandığı fiziği açıklar.**

Öğrenim Kazanımları – 2 / 2

6. Bu tekniklerden faydalananarak **asterosismolojik parametreleri** (Büyük ve Küçük Ayırıklıklar (Large & Small Separations)) **elde eder** ve ilgili **diyagramları oluşturur** (Mod grafikleri, ışık eğrileri, Echelle Diyagramlar).
7. **Fourrier dönüşümü** (sürekli, ayırık ve hızlı) ve **Lomb-Scargle yöntemi** ile **frekans analizi yapar**, tekli ve çoklu modları araştırır.
8. Frekans analizi konusunda edindiği **temel bilgileri** mod ve dönem belirlemek üzere **uygular**. Fotometrik ve tayfsal veriden **zonklama modu tayin eder**.
9. Astosismolojik veri alınan ve gelecekte alması planlanan **gözlem düzeneklerini tanır**. Alınan veriyi tablo haline getirir. Derste kazandığı temel bilgileri kullanarak **veriyi analiz eder**. Analiz sonuçlarını **temel yıldız parametrelerini** (kütle, yarıçap, yoğunluk, uzaklık, iç yapı, dönme gib) **elde etmek üzere kullanır**.
10. Literatürde asterosismoloji üzerine yazılmış **herhangi bir makaleyi** okuyup, **anlayabilir**.

Ders Programı

1. Asterosismolojiye Giriş; Basınç ve Çekim Modları, 1 Boyutlu Salınımlar, 2 Boyutlu Salınımlar, Yıldızlarda Zonklama Olgusu: 3 Boyutlu Salınımlar
2. Anakol Öncesi Zonklamalar, Anakol Civarındaki Yıldızlarda Zonklama: Güneş Benzeri Yıldızlar ve Güneş Benzeri Salınımlar, Kırmızı Dev Yıldızlarda Güneş Tipi Salınımlar, γ Dor Yıldızları,
3. SX Phe Yıldızları, RR Lyrae Yıldızları, Sefeidler, RV Tauri Yıldızları, Yavaş Zonklamalar Gösteren B ve Be Yıldızları, β Sefeidler, Miralar ve Yarı-Düzenliler, Beyaz Cüce Zonklayıcıları, sdB Yıldızları, Çift Yıldızlarda Zonklamalar, Salınım Gözlenen Algoller (Oscillating Algols, oEA)
4. Asterosismolojide Veri Analizi-I, En Küçük Kareler Yöntemiyle Harmonik Analiz, Sicim Uzunluğu Yöntemi, Evre Dağılımı Minimizasyonu, Fourier Serileri, Fourier Açılımları ve Fourier Dönüşümleri
5. Asterosismolojide Veri Analizi-II, Konvolüsyon Teoremi, Korelasyon Teoremi, Ölçeklendirme Teoremi, Spektral Güç, Hızlı Fourier Dönüşümleri, Periyodogramlar, Lomb-Scargle Yöntemi

Ders Programı

6. Uygulama - I: Frekans Analizi, Verinin Analize Hazırlanması, Veri Analizi Adımları

7. Mod ve dönem belirleme, Fotometrik veriden zonklama modu tayini, Tayfsal veriden zonklama modu tayini, Moment Metodu, Farklı yöntemlerin birleştirilmeisyle zonklama modu tayini,

8. Gözlemsel Veri Üzerinde Uygulama – II (Mod Tayini)

9. Gözlemsel Veri Analizi Sonuçlarının Sunumu ve Değerlendirilmesi

Dersin İşlenişi (Yöntem)

- ✓ Slaytlar, görseller, grafikler, işitseller ve videolar yoluyla tüm dersi birlikte anlamaya çalışacağız!
- ✓ Her öğrenci sürece aktif olarak, düşünerek, tartışarak, fikrini söyleyerek, yazarak-çizerek dahil olacak!
- ✓ Her öğrenci kendi ödevinden sorumlu!
- ✓ Veri analizi, önceden ileri düzey bilgisayar programlama bilgisine ihtiyaç duyulmayan frekans analizi programları ve asterosismolojiye özel kodlar kullanılarak gerçekleştirilecek.
- ✓ Bilimsel makaleleri çevirmeyeceğiz, okuyacağız!
- ✓ Dersin Temel Kaynağı: “Astero-seismology”, Conny Aerts, Jorgen Christensen-Dalsgaard, Dan Kurtz, Cambridge University Press, 2009

Ölçme ve Değerlendirme

- ✓ Devam zorunluluğu: %100!
- ✓ Arasınava: %40 (makale ödevi)
- ✓ Final: %60 (veri analizine dayalı proje)
- ✓ AKTS: 10 kredi

Ödev-0

- Aşağıdaki videoları izleyerek, gerektiğinde üçüncü kaynaktaki açıklamalara başvurarak temel dalga fiziği terimlerini tekrar hatırlayın!
 - Waveforms
<https://pudding.cool/2018/02/waveforms/>
 - A Level Physics Revision (Waves):
<https://www.youtube.com/watch?v=gycff144mHw>
 - Waves in The Real World:
<https://www.youtube.com/watch?v=cqmyXJ7KtAY&list=PLOaNAKtW5HLTLpyYmLNtwKHTeFAPKn-ID>
 - Physics Classroom Waves:
<http://www.physicsclassroom.com/class/waves>
 - Physics Classroom Sound:
<http://www.physicsclassroom.com/class/sound>
 - Walter Lewin (8.03 Physics III: Vibrations and Waves) :
https://www.youtube.com/watch?v=DUYxVwXZbCU&list=PLUdYlQf0_sSsdOhQ_8jfrAGzbGbJ7MXGe

Ödev-1

Teslim Tarihi: 4 Mart 2025

- ✓ **Aşağıdaki terimleri gerekli şekilleri (kendiniz) çizerek açıklayınız**
 - ✓ Dalgaboyu (wavelength), frekans (frequency), genlik (amplitude), dönem (period), dalga hızı (wave speed), rezonans (resonance)
 - ✓ Enine (transverse) ve boyuna (longitudinal) dalgalar
 - ✓ Basınç dalgaları (pressure waves), sıkışma (compression), seyreltme (rarefaction)
 - ✓ Kutuplanma (polarization)
 - ✓ Manyetik ve Elektromanyetik dalgalar (Magnetic vs. Electromagnetic Waves)
 - ✓ Yeğinalık (intensity), güç (power), ters kare yasası (inverse square law)
 - ✓ Durağan dalgalar (standing waves), harmonikler, temel ton (fundamental tone, first harmonic), birinci üst ton (first overtone, second harmonic), ...
 - ✓ Kırınım ve girişim (diffraction and interference), vuru (beat)
 - ✓ Tek yarık ve çift yarık deneyleri (single vs. double slit experiments)
 - ✓ Yansıma (reflection), kırılma (refraction), Snell yasası, tam yansıma (total reflection)
 - ✓ Doppler kayması, şok dalgaları (Doppler shift, Shock waves)