

**Öğrenci Numarası:****I. / II. Öğretim:****Adı Soyadı:****İmza:****1. KONU: TAYFSAL GÖZLEM 1****2. İÇERİK**

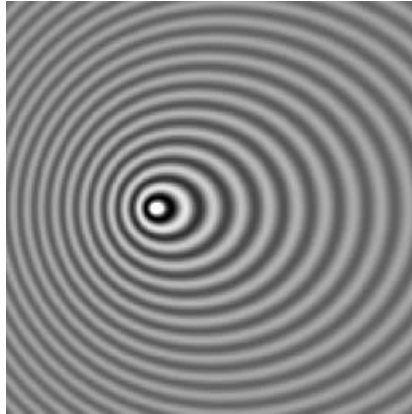
- Doppler Etkisi
- Kirchhoff Yasaları
- Karacisim Işınımı
- Salma ve Soğurma Çizgileri
- Tayf Çizgilerinin Analizi – Uzay Hızı ve Dönme Hızı
- Uygulama Soruları

**3. MATERYAL**

Ders kapsamında hazırlanmış ve ölçekli kağıda basılmış yıldız tayfları.

**Doppler Etkisi**

Bir ses veya ışık dalgasının gözlenen frekansı veya dalgaboyu, gözlemcinin ve gözlenen cismin hızlarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Günlük hayattan buna en iyi örnek, bir ambulansın bize yaklaşırken siren sesinin tizleşmesi ve bizden uzaklaşırken pesleşmesi olarak verilebilir.



Şekil 1. Hareketli bir cisim tarafından salınan dalgalar ([https://tr.wikipedia.org/wiki/Doppler\\_etkisi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Doppler_etkisi))

Doppler olayı olarak tanımlanan bu olay, gökbilimde oldukça önemli bir yere sahiptir. Doppler etkisi hızın sadece dikine (radyal) bileşenini içermektedir. Burada dikine hız basit olarak gözlemcinin bakış doğrultusuna göre ileri veya geri hareket olarak tanımlanabilir. Evrende bize en uzak galaksilerden, gezegenlere ev sahipliği yapan yıldızların incelenmesine kadar astronominin birçok dalında Doppler olayı bize oldukça önemli ipuçları sağlar. Bu bağlamda, örneğin bir yıldızın bizden uzaklaşma veya bize yaklaşma miktarı yıldızın tayf çizgilerinin kayma miktarından elde edilebilir. Bu etkinin en temel analitik ifadesi,

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{V_r}{c}$$

şeklinde verilir. Burada  $\Delta\lambda$ , incelenen tayf çizgisinin laboratuvar dalgaboyundan farkı,  $\lambda$  tayf çizgisinin laboratuvar dalgaboyu,  $c$  km/sn cinsinden ışığın boşluktaki hızı ve  $V_r$  ise yine km/sn biriminde yıldızın dikine hızıdır.

### Kirchhoff Yasaları

Gökcisimlerinin tayflarında çoğunlukla süreklilik, soğurma çizgileri ve salma çizgileri olmak üzere üç temel yapı gözlenir. Bu yapıların nasıl meydana geldiği basit anlamda Kirchhoff Yasaları ile açıklanabilir:

- Akkor haldeki katı, sıvı veya sıkıştırılmış gaz bir sürekli tayf verir.
- Alçak basınç altındaki akkor halindeki gaz bir parlak çizgi tayfı verir.
- Sürekli tayf veren bir ışık kaynağının önüne, sıcaklığı kaynağınkinden düşük bir gaz geldiği zaman, sürekli tayf üzerinde siyah çizgiler görülür. Bu siyah çizgiler gaza ait parlak çizgilerin bulunduğu konumdadır.

### Karacisim Işınımı

Üzerine gelen tüm ışınımı soğuran ve belli bir süre sonra dengeye ulaşarak tüm dalgaboylarında bu ışınımı yeniden yayımlayan cisim “*Karacisim*” olarak tanımlanır. Termodinamik dengedeki bir cisim için enerji dağılımı Planck yasası ile verilir. Bir karacismin belli dalgaboyunda birim yüzeyinden birim zamanda saldığı enerji miktarı olarak tanımlanır ve aşağıdaki ifade ile verilebilir:

$$E_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/\lambda kT} - 1}$$

Burada  $h$ , Planck sabiti,  $k$  Boltzmann sabiti ve  $c$  ise ışık hızıdır. Maksimum enerjinin yayımlandığı dalgaboyu ise Wien Kayma Yasası ile bulunur:

$$\lambda_{max}(cm) * T(K) = 0.2898$$

Bir karacismin birim zamanda tüm dalgaboylarında birim yüzeyinden saldığı toplam ışınım enerjisinin sıcaklıkla olan ilişkisi ise Stefan – Boltzmann Yasası ile belirlenebilir:

$$E = \sigma * T^4$$

Burada  $\sigma$ , Stefan – Boltzmann sabitidir.

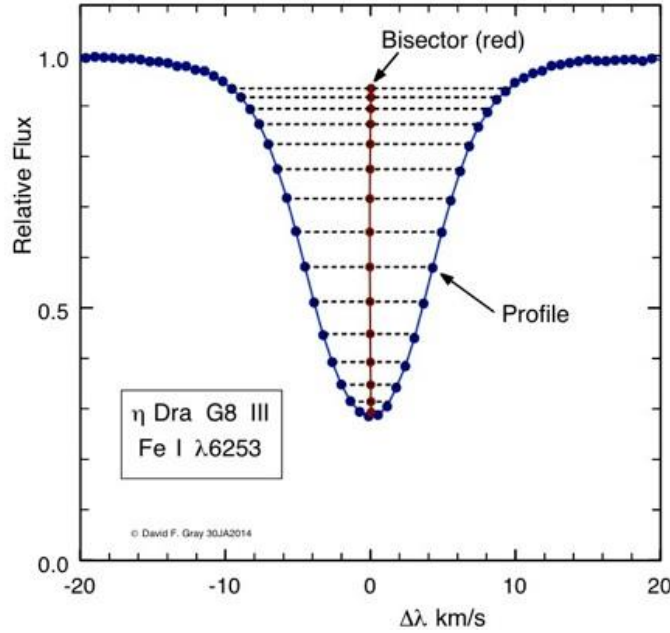
### Salma ve Soğurma Çizgileri

Yıldız tayflarının büyük çoğunluğu süreklilik üzerine binmiş soğurma çizgileri şeklindedir. Bazı özel koşullarda (genişlemiş atmosfer veya manyetik aktivite gibi) yıldız tayflarında salma çizgileri de görülmektedir. Gökcisimlerindeki soğurma ve salma çizgilerinin oluşumunun gizemi atomlardaki elektronik geçişlerde saklıdır. Örneğin bir elektron yüksek enerjili bir yörüngeden daha düşük enerji bir başka yörüngeye inerse söz konusu iki enerji düzeyi arasındaki farka eşit bir enerji yayınlar ve dolayısıyla bir salma çizgisi oluşur. Elektronun bir foton soğurarak daha yüksek enerjili bir seviyeye geçmesi ile de bir soğurma çizgisi oluşmaktadır.

## Tayf Çizgilerinin Analizi – Uzay Hızı ve Dönme Hızı

Gök cisimlerindeki tüm fiziksel ve kimyasal süreçler hakkında fikir sahibi olabileceğimiz yegane kaynak ışıktır. Işık ölçüm (fotometri) ile kıyaslandığında tayfsal gözlemler bir cisim hakkında daha çok bilgi içermektedir. Elde edilen tayfın kalitesi ve çözünürlüğüne bağlı olarak yıldızların kimyasal kompozisyonlarından galaksi kinematiğine, manyetik aktiviteden başka yıldızlar etrafındaki gezegenlerin varlığının belirlenebilmesine kadar birçok önemli bulgu tayfsal analizler sayesinde elde edilebilmektedir.

Bu haftaki ders kapsamında gök cisimlerinin uzay hızları ve dönme hızlarının belirlenmesine yönelik uygulamalar bulunmaktadır. Gök cisimlerinin uzay hızları, örneğin galaksi kinematiğini incelemek veya bir çift yıldız sisteminin kütle merkezinin hareketi ve dolayısıyla çift yıldız fiziksel olarak bağlı ilave bir cismin varlığını belirlemek amacıyla elde edilmesi gereken parametrelerdendir. Bunun için öncelikle tayf çizgi merkezinin hassas bir biçimde belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda kullanılan yöntemlerden bir tanesi de kiriş (bisector of lines) yöntemidir (Şekil 2).

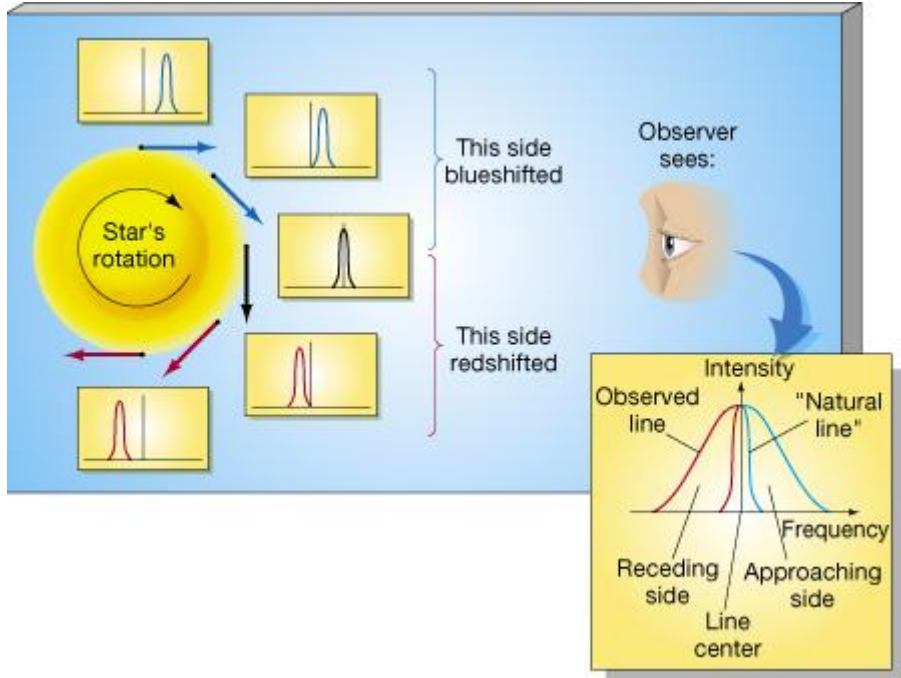


Şekil 2. Bir tayf çizgisine uygulanan kiriş yöntemi (<http://astro.uwo.ca/~dfgray/Granulation.html>)

Kiriş yöntemi özetle çizgi profili boyunca belirli aralıklarla çizilen kirişlerin orta noktalarının birleştirilerek çizgi profilinin biçimine ek olarak dalga boyu eksenini dik kestiği noktanın da elde edilebildiği bir yöntemdir. Bu yöntem, çizgi profil yapısının incelenmesi kapsamında, yıldızların manyetik aktivite doğalarının araştırılması ve ötegezegen çalışmalarında kullanılan yaygın bir yöntemdir. İlgilenilen tayf çizgisinin merkezi belirlendikten sonra yine aynı çizginin laboratuvar dalga boyu bilgisi ile birlikte Doppler kayma denklemi kullanılarak cismin dikine hız bileşeni elde edilebilmektedir.

Yıldızların kendi eksenleri etrafındaki dönüşleri esnasında kenarın biri gözlemciye yaklaşırken diğeri de uzaklaşmaktadır. Bu durum, yaklaşan kenardan gelen katkıyla çizgilerin maviye, uzaklaşan kenardan gelen katkıyla çizgilerin kırmızıya kaymasına neden olmaktadır. Bu da yıldızın dönme hızı ve eksen eğikliğine bağlı olarak tayf çizgilerinin Şekil 3'te de gösterildiği gibi genişlemesi anlamına gelir. Dönmeden dolayı genişlemeye uğramış tayf çizgisinin yarı yükseklikteki tam genişlik (FWHM) değeri ve Doppler formülü kullanılarak yıldızın dönme hızı

kabaca bulunabilir.



Şekil 3. Yıldızlarda dönme sonucu tayf çizgi profillerinin genişlemesi  
(<http://astronomy.nyu.edu.cn/~lix/GA/AT4/AT404/HTML/AT40404.htm>)

**AST 404 GÖZLEMSEL ASTRONOMİ**  
**HAFTA 08 UYGULAMA SORULARI**  
TESLİM TARİHİ 13 NİSAN 2018

Soru	1	2	3	<b>Toplam</b>
Puan				

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız. Sorular toplam 100 puandır.

1. Karacisim ışınımın açıklanmasında kullanılan Planck ve Stefan – Boltzmann yasaları için [mks] veya [cgs] birim sistemlerindeki birimlerini elde ediniz. [20 puan]
2. Bir yıldızın küme üyesi olup olmadığını nasıl anlarsınız? [20 puan]
3. Sizlere verilen tayfları kullanarak, yukarıda bahsedilen yöntemler yardımıyla yıldızın uzay hızı ve dönme hızını elde ediniz. [60 puan]