

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

- Atmosferik Pencere ve dedektörlerin bazı özellikleri
- Bir dedektör olarak göz
- Astronomide kullanılan dedektörler
- Fotoelektrik Olay
- CCD dedektörlerin detaylı özellikleri
- Sinyal / Gürültü Oranı
- Uygulama Soruları

3. MATERYAL

Bilgisayar ve Stellarium programı.

4. ÖZET BİLGİLER**GİRİŞ**

Dedektörler, elektromanyetik dalga formundaki enerji akısını ölçülebilir niceliklere çeviren ve kayıt edilmesini sağlayan cihazlardır. Astronomide ideal bir dedektör; bütün dalgaboylarında gelen her fotonu algılayabilen, gelen bütün fotonları tek tek sayabilen, bu sayının kaydedilip işlenmesine olanak sağlayan, uzun zaman süreleri boyunca kararlı ve algılama yüzeyi sonsuz geniş bir cihaz olarak tanımlanmaktadır. Bu özellikleri sağlayabilen bir dedektör yoktur. Ancak bu özellikleri tanımlayan ve bir dedektörün ideal dedektöre yakınlığını ifade etmekte kullanılan parametreler bulunmaktadır.

1. Kunatum Etkinliği; bir dedektörün üzerine düşen ışınım miktarına ne kadarına yanıt verdiğini ifade eder.
2. Tayfsal Yanıt; dedektörün dalgaboyuna göre yanıt verme verimliliğini tanımlar.
3. Doğrusallık; bir dedektörün çıktı sinyalinin gelen ışık miktarıyla doğru orantılı olup olmadığını bir ölçüsüdür.
4. Dinamik Aralık; dedektör çıkışında, kayıpsız ölçülebilen maksimum ve minimum sinyal seviyeleri arasındaki orandır.
5. Gürültü; çıktı sinyalinin gelen foton sayısı ile doğru orantılı olup olmadığını bir ölçüsüdür.
6. Ayırma Gücü; bir dedektörün üzerinde oluşan görüntüde iki yakın cisim ayırt edebilme yeteneğidir.

DEDEKTÖR ÇEŞİTLERİ

GÖZ: İnsan gözü bilinen en temel dedektördür. Göz tek bir lensten oluşmasına karşın, gelen ışık miktarına bağlı olarak biçimi değişebilir. Göz görüntüyü saniyede 30 kez çok hızlı biçimde beyine gönderir. Göz-beyin kamera sisteminin en büyük özelliği çok yüksek bir kontrast oranına sahip olmasıdır (kontrast oranı 1:1000000). Göz, yüksek çözünürlüğüne, geniş tayfsal yanıt ve büyük dinamik aralığına karşın gelen ışığın çok az bir kesrini algılaması, ışığı biriktirememesi ve bir çıktı olarak kaydedememesi bakımından dezavantajlı bir dedektördür. Göz için bir kuantum etkiliği (QE) değeri vermek mümkün değildir. Ancak gözün görme limiti olan altıncı kadirde bir yıldız için bir hesap yapılırsa, gözün saniyede 100-200 foton algıladığı söylenebilir.

FOTOĞRAF PLAĞI: Temel mantığı, cam üzerine jelatin emülsiyonla yapıştırılmış ince gümüş karışımı (AgBr) plakaların ışık ile etkileşmesine dayanmaktadır. Mikron boyundaki AgBr kristalleri (grenler) üzerine bir ışık düştüğünde, ışık bu kristaller tarafından soğurulur. Gümüş iyonları serbest kalır ve bir elektronla birleşerek bir gümüş atomu oluşturur. Fotoğraf plağının üzerindeki tanecikler ışığa lineer olarak yanıt vermez. Bunun yanı sıra çok zayıf bir ışık bile görüntünün satüre olmasına neden olabilir.

FOTOKATLANDIRICI TÜP: Çalışma prensibi, Fotoelektrik Olay'a dayalıdır. Fotoelektrik Olay özetle, bir kaynaktan yayılan ışık veya elektromanyetik dalganın bir madde (metaller, metal olmayan katılar, sıvılar veya gazlar) yüzeyine düşmesi sonucu maddeden elektron yayınlanması olayıdır. Fotokatlandırıcı tüp gelen ışık şiddetiyle orantılı olarak bir elektrik akımı yaratır.

CCD (Charge-Coupled-Device): CCD'ler de fotoelektrik olayın bir uygulamasıdır. Günümüzde CCD'ler astronomi-astrofizik çalışmaları için vazgeçilmez bir hale gelmiştir. Işığa duyarlı birim olan ve silisyum-hücrelerden oluşan CCD-algılayıcı, üzerine düşen ışığın şiddeti ile orantılı olarak tepki verir. CCD-algılayıcının her noktası (piksel), algılanan şiddete bağlı olarak, bir sinyal üretir. A/D (analog/dijital)-çevirici sayesinde bu sinyal bir sayıya dönüştürülür. CCD'lerin genel olarak yaptıkları ilk işlem ışık kaynağından gelen fotonları yakalamaktır. Yakalanan fotonlar, foton madde etkileşmesi (fotoelektrik olay) ile foto-elektronları meydana getirirler. Bu elektronlar "Cell" adı verilen küçük hücrelerde toplanırlar. Hücrelerdeki elektronlar sayılmak üzere transfer edilir (yük transferi). Analog sayısal birim; "ADU" ya gönderilen elektronların sayısal değeri bulunur. Bundan sonraki işlem ise; bu değerlerin koordinatları ile birlikte saklanması işlemi, Readout'tur veya bir başka deyişle okuma işlemidir. CCD'ler üretim tekniklerine ve duyarlılıklarına göre Kalın, Önden-aydınlatmalı ve İnceltilmiş, Arkadan-aydınlatmalı olmak üzere iki gruba ayrılır.

FOTOELEKTRİK OLAY

Bir kaynaktan yayılan elektromanyetik dalganın, bir madde (katı, sıvı veya gaz metal veya ametaller) yüzeyine çarpması sonucu maddeden elektron yayınlanması olayıdır. Maddeden yayınlanan bu elektronlar "fotoelektron" olarak adlandırılır.

Bir foton iletken bir yüzeye çarptığında sahip olduğu enerji metalin eşik enerji değerinden büyükse, o yüzeyden bir elektron koparır. Kopan fotoelektronun sahip olacağı kinetik enerji;

$$KE_e = E_{\text{foton}} - W = hf - W$$

ifadesiyle verilir. Burada KE_e fotoelektronun kinetik enerjisi, W metal'in eşik enerjisi veya iş enerjisi, h Planck sabiti ve f gelen fotonun frekansdır.

SİNYAL GÜRÜLTÜ ORANI (S/N)

Bir teleskop için Plak Eşeli;

$$\frac{d\theta}{dS} = \frac{206265}{F(mm)} "/mm$$

bağıntısı ile ifade edilir. Bu bağlamda teleskoba monte edilecek bir CCD'nin toplam gördüğü alan ve her bir pikselin gördüğü alan, CCD'nin aktif piksel sayısı ve piksel boyutlarına bağlı olarak elde edilebilir.

Bir görüntünün sinyali;

$$N_* = F(0) * \Delta\lambda * \Delta t * q * \pi / 4 d_{tel}^2 * 10^{-V/2.5}$$

bağıntısı ile ifade edilir. Burada $F(0)$, sıfırıncı kadirde bir yıldızın foton akısı olup değeri 1000 foton/sn*cm²*Å olarak verilmektedir. $\Delta\lambda$ etkin dalgaboyu aralığı, Δt saniye biriminde poz süresi, q kuantum etkinliği, d teleskop açıklığı ve V ise yıldızın parlaklığıdır.

Bir görüntünün gürültü değeri ise;

$$G = (N_* + N_B)^{1/2}$$

bağıntısı ile ifade edilmektedir. Burada N_B , $\pi/4d_*^2$ lik görüş (seeing) diski içerisindeki toplam sayım değeri olup

$$N_B = F(0) * \Delta\lambda * q * \pi / 4 d_{tel}^2 * \Delta t * (\pi / 4 d_*^2) * 10^{-B/2.5}$$

bağıntısı ile verilmektedir. Burada B , kadir/yaysn² biriminde gökyüzü parlaklığıdır. Dolayısıyla bir görüntü için Sinyal / Gürültü oranı;

$$S/N = N_*/(N_* + N_B)^{1/2}$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

AST 404 GÖZLEMSEL ASTRONOMİ
HAFTA 04 UYGULAMA SORULARI
 TESLİM TARİHİ 17 MART 2017

Soru	1	2	3	Toplam
Puan				

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız. Sorular toplam 100 puandır.

1. Daha önce sizlere verilen teleskop özellikleri (teleskop açıklığı ve odak oranı parametrelerini kullanarak) doğrultusunda 1024*1024 yongalı ve 10 μ boyutlarında karesel piksellere sahip bir CCD için toplam görünen alan ve herbir pikselin gördüğü alanı yay saniyesi cinsinden hesaplayınız. [25 Puan]

2. Aşağıda verilen bilgileri kullanarak 1 m çaplı bir teleskoptan 2400 saniye poz süresi kullanılarak alınan bir görüntünün Sinyal / Gürültü oranını hesaplayınız. [25 Puan]

$$B = 23 \text{ kadir / yaysn}^2$$

$$q = 0.65$$

$$\Delta\lambda = 1000 \text{ \AA}$$

$$d^* = 0.75 \text{ yaysaniyesi}$$

3. Daha önce sizlere verilen teleskop özelliklerini ve yukarıda verilmiş CCD parametrelerini kullanarak aşağıdaki tabloda verilmiş 10 adet Messier cismi için CCD görüntülerini bilgisayar ortamında çiziniz. Bu cisimlerden hangisi veya hangilerinin sizin teleskop ve CCD parametreleri için uygun olduğunu yazınız. [50 Puan]

Messier İsmi	Boyut (yaydakikası)
M1	6*4
M6	25
M7	80
M29	7
M34	35
M45	110
M75	6
M84	5
M95	4.4*3.3
M110	17*10