

İNDİRGEME HESAPLARI

Gözlenen gök cisimlerinin koordinatlarını her türlü etkiden arındırarak gerçek koordinatlarının hesaplanması için yapılan işlemlerin tümüne “İndirgeme hesapları” denir. Bu hesapların yapıldığı üç temel etki grubunu dikkate alarak bu işlemler şöyle özetlenebilirler :

1- Gözlenen doğrultuyu bozucu etkiler için indirgeme işlemleri ;

a) Yer atmosferindeki ışığın kırılması olayı denilen “Kırılma Olayı” : Bunun için zenit düzeltmesi, diğer bir deyimle “zenit indirgemesi” yapılır.

b)Yer kürenin nokta olmamasından kaynaklanan, Yer merkezli paralaks düzeltmesi : Paralaksın Yer merkezine indirgenmesi veya “günlük paralaks düzeltmesi” işlemi yapılır.

c) Yerkürenin yörünge hareketinden dolayı meydana gelen ışık sapıncı (aberasyon) olayı : Sapıncı düzeltmesi yapılır.

d) Yer yörüngesinin büyük olmasından dolayı meydana gelen Günmerkezli veya “Yıllık paralaks” olayı : Yıllık paralaksa indirgeme işlemi yapılır.

2- Koordinat sistemlerinin hareketli olmasından kaynaklanan indirgeme veya düzeltmeler ;

a) Yer kürenin dönme ekseninin sabit olmamasından ileri gelen öncelim yani “presesyon” olayı : Presesyon (öncelim) indirgemesi yapılır.

b) Yer kürenin dönme ekseninin salınım yapmasından ileri gele uğrüm yani “nütasyon” olayı : Nütasyon (üçrüm) düzeltmesi yapılır.

3- Yıldızların sabit olmamasından dolayı yapılan düzeltme :

Yıldızların uzay hareketinden ileri gelen ve öz hareketin hız bileşenlerinin dikkate alındığı “öz hareket” düzeltmesi yapılır.

1. a) Yer Atmosferindeki kırılma olayı

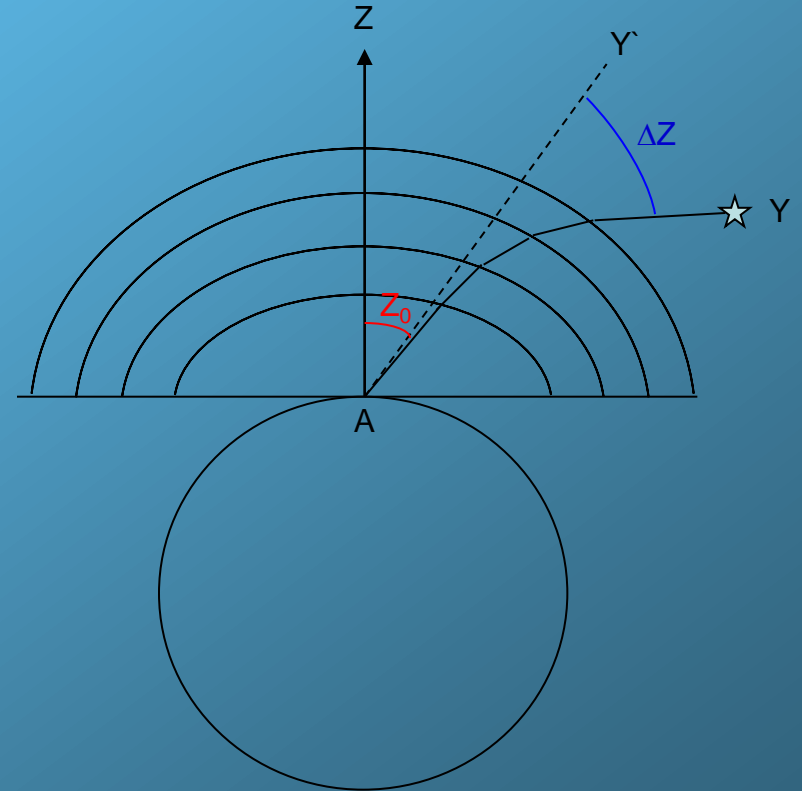
Işık az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken bu iki ortamı ayıran yüzeyin normaline yaklaşarak kırılır. Gelen ışık, kırılan ışık ve bu yüzeyin normali aynı düzlemde bulunur.

Yer Atmosferinde yoğunluk, yer yüzüne yaklaştıkça artar. Bu nedenle atmosfere giren ışık ışınlarının kırılma miktarı, yer yüzüne yaklaştıkça yoğunluğun artmasına bağlı olarak giderek artar. Bu olayın matematiksel ifadelerle anlatımı şöyle yapılabilir :

Bir gök cisminin gözlemciye doğru gelen ışığın (yani kısaca gözlenen gök cisminin) Gözlenen zenit uzaklığı z_0 , bu gelen ışığın toplam kırılma miktarı Δz ve gök cisminin atmosfer dışına indirgenmiş "Gerçek zenit uzaklığı" z ise, optik fizik yasalarına göre,

$$z = z_0 + \Delta z \quad \dots(1)$$

olur.



Bu olayın etkilerine, neden olduğu zorluklara ve sonuçlarına bakacak olursak ;

- 1- Δz doğrudan doğruya gözlemlenemez. Δz nin gerçek değeri, ilgili gök cisminin zenit uzaklığına, Yer atmosferindeki yoğunluk dağılımına ve bu yoğunluktaki değişime ve ayrıca Yer atmosferinin katmanlarındaki hareketlilik ile Yer kürenin yuvarlak olmasına bağlıdır.
- 2- Atmosferdeki yoğunluk dağılımı ve değişimi, hava sıcaklığına ve hava basıncına bağlıdır. Bu nedenle Δz ve dolayısıyla gözlenen gök cisminin doğrultusu zamana bağlı olarak değişir.
- 3- Zenitte $\Delta z = 0$, ufka yaklaştıkça Δz büyür ve ufuk yöresinde ortalama olarak $R_0 = 34'$ yöresinde olur. Bu nedenle Ay , Güneş ve yıldızlar bir yerin ufkuna gelmeden biraz daha önce doğarlar ve ufkun altına indikten sonra bir süre daha görülürler. Yani ufkun üstünde kalma süreleri biraz artmış olur (Doğma-batma'da kırılma etkisi).
- 4- Ay ve Güneş gibi disk biçiminde görünen cisimler ufukta iken yatay çapta bir değişim olmaz ama düşey çapın üst ucu alt ucuna göre Gözlem yerinin zenitine daha az yaklaşır. Dolayısıyla düşey çap boyunca bir yassılaşıma meydana gelir.
- 5- Kırılmadan dolayı azimutta bir değişim beklenmez.
- 6- Kırılma olayı renge bağlı olduğu için renkleri farklı olan yıldızlarda kırılma farklı olacaktır.

Bu nedenlerden dolayı Δz nin ancak yaklaşık bir değeri bulunabilmektedir. Bu yaklaşık değer $R(z)$ ile göstererek düzeltilmiş ortalama zenit uzaklığı,

$$\bar{z} = z_o + R(z) \quad \dots(2)$$

Olarak yazılabilir. $R(z)$ nin hesabı yapılırken en kaba yaklaşım olarak yapılabilen varsayımlar şöyle sıralanabilir :

1- Bir gözlem yerinin bulunduğu bölge dikkate alınarak, Yer küre atmosfer katmanlarının paralel olduğu, yani Yer kürenin yuvarlaklığının boşlanabilir düzeyde olduğu varsayılabılır.

2- Yer atmosferinin eş yapılı paralel katmanlardan oluştuğu ve her katmanın yoğunluğunun da her zaman için sabit olduğu varsayılabılır olsun.

3- Katmandan katmana yoğunluklar Yer yüzüne yaklaştıkça artar.

4- Gözlemlerin deniz seviyesinde ve 0°C sıcaklıkta yapıldığı varsayılsın.

5- Kırılmada renk etkisinin boşlanabilir düzeyde olduğu varsayılsın.

Yani renk etkisi boşlanabilsin.

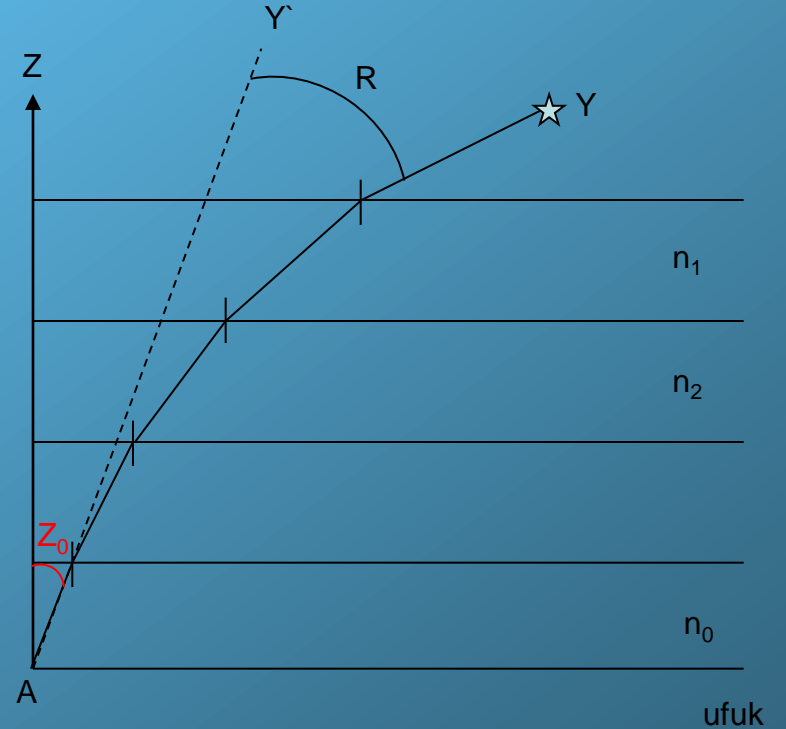
En son katmandaki zenit uzaklığı z_0 ise, toplam kırılma, yani zenit doğrultusuna yaklaşma miktarı,

$$\bar{R} = z - z_0 \quad \dots(3)$$

olur. z_0 ve son katmanın n_0 ortalama kırılma ölçüğü (indisi) bilinir. Ortamdaki hız v ise, c ışığın boşluktaki yayılma hızı olmak üzere ortamın kırılma indisi $n = c / v$ dir. Kırılma indisleri n_1 ve n_2 olan iki ortamı düşünelim. Bu iki ortam için gelme ve kırılma açıları sırasıyla i_1 ve i_2 ise, Snell yasasına göre,

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

dir. Burada v_1 ve v_2 sırasıyla 1. ve 2. ortamdaki ışığın yayılma hızlarıdır. Atmosferdeki katmanlar için bu yasa,



$$\sin z = n_1 \sin z_1 = n_2 \sin z_2 = \dots = n_o \sin z_o$$

şeklinde yazılabilir. Buradan,

$$\sin z = n_o \sin z_o \quad \dots(4)$$

ve (3) den yararlanarak,

$$\sin(z_o + \bar{R}) = n_o \sin z_o \quad \dots(5)$$

elde edilir. Buradan \bar{R} doğrudan ölçülemez.

Çünkü fonksiyon trigonometriktir. Sol yanı açılırsa,

$$\sin z_o \cos \bar{R} + \cos z_o \sin \bar{R} = n_o \sin z_o$$

Eğer $z_o < 50^\circ$ ise, \bar{R} çok küçük olur ve $\cos \bar{R} \cong 1$,

$\sin \bar{R} = \bar{R}(\text{rad})$ alınabilir. O zaman buradan,

$$\sin z_o + \cos z_o \bar{R}(\text{rad}) = n_o \sin z_o$$

$$\cos z_o \bar{R}(\text{rad}) = n_o \sin z_o - \sin z_o$$

$$\bar{R}(\text{rad}) = \frac{\sin z_o (n_o - 1)}{\cos z_o} \quad \text{veya,}$$

$$\bar{R}(\text{rad}) = (n_o - 1) \tan z_o \quad \dots(6)$$

elde edilir.

Deniz seviyesinde ve $t = 0^\circ\text{C}$ de hava için $n_o = 1.0002927$ değeri alınabilir. O zaman,

$$n_o - 1 = 0.0002927 \text{ rad} = 60''.4$$

olur. Yani $z_o < 50^\circ$ olan zenit uzaklıkları için kaba bir yaklaşım olarak,

$$\bar{R} = 60''.4 \tan z_o \quad \dots(7)$$

yazılabilir. t sıcaklığı ile P hava basıncının etkisi Dale-Gladstone yasasına göre giderilebilir (bkz Kızılırmak, 1976, sayfa ?).

Ufka yakın gözlemler için Yer kürenin yuvarlaklığı dikkate alınır, öyle ki bu durum için daha uygun olan bir yaklaşık çözüm için,

$$\bar{R} = 60''.29 \tan z_o - 0''.06688 \tan^3 z_o$$

bağıntısı kullanılabilir. Genel ifade bulmak çok zordur. Uygulama için en iyi yol çizelgeleme ve bu çizelgelerden yararlanma yöntemidir.