

HRT229 Yükseklik Ölçmeleri

Amacı: Yükseklik kavramı, yükseklik çeşitleri, ölçümü ve hesabı

- **Dersin İçeriği**

- Yükseklik kavramı, yükseklik sistemleri
- Nivelman yapıları, geometrik nivelman
- Nivelman ağları, ulusal nivelman ağları
- Yükseklik hesaplama yöntemleri
- Hat nivelmanı,
- Düşey açı ölçüsü ve trigonometrik yükseklik belirleme
- Trigonometrik nivelman
- Kule yüksekliğinin ölçülmesi
- Yüzey nivelmanı ve hesabı, hacim hesabı
- boykesit nivelman ve hesabı
- enkesit nivelman, hacim hesapları

Dersin Değerlendirmesi: 1 Arasınava (%40), 1 final (%60)

Ders kaynak kitabı: Halil Erkaya, Yükseklik Ölçmeleri Ders notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, 2012

Yükseklik Kavramı

Yükseklik, noktaların tanımlanmış bir referans yüzeyinden olan düşey yöndeki uzaklığıdır. Yeryüzü noktalarının yüksekliklerini belirleyebilmek için sıfır yükseltili olarak kabul edilen bir başlangıç yüzeyinin tanımlanması ve noktaların bu yüzeye olan düşey yöndeki uzaklıklarının belirlenmesi gerekir.

Bir yükseklik sistemi bir referans yüzeyinden bir noktaya olan metric mesafeyi ifade etmek için kullanılan bir boyutlu bir koordinat sistemidir.

Eğer referans yüzeyi ve yükseklik eşpotansiyelli yüzeyler ve çekim doğrultuları ile ilişkili ise yükseklik sistemleri fiziksel yükseklik sistemleri olarak adlandırılır.

Eğer referans yüzeyi ve yükseklik yeryüzeri gravite Alanı ile ilişkili değilse, bu tür yükseklik sistemleri geometrik yükseklik sistemleri olarak adlandırılır.

Referans Yüzeyi/Düşey Datum

Yeryüzü noktalarının yüksekliklerinin belirlenmesinde başlangıç(sıfır) olarak alınan nokta ve/veya yüzey **düşey datum** olarak isimlendirilir.

Yükseklikler için referans yüzeyleri olarak değişik yüzeyler alınabilmektedir.

Bunlardan;

Yeryuvarının gerçek şekli olarak görülen **jeoit/geoit**, ile, jeoide geometrik anlamda en çok yaklaşan **dönel elipsoit**, jeodezide kullanılan başlıca referans yüzeyleridir.

Herhangi bir noktada jeoit ile çakıştığı varsayılan **ortalama deniz yüzeyi** de uygulamada yükseklikler için bir başlangıç yüzeyi olarak kullanılır.

Referans Yüzeyi/Düşey Datum

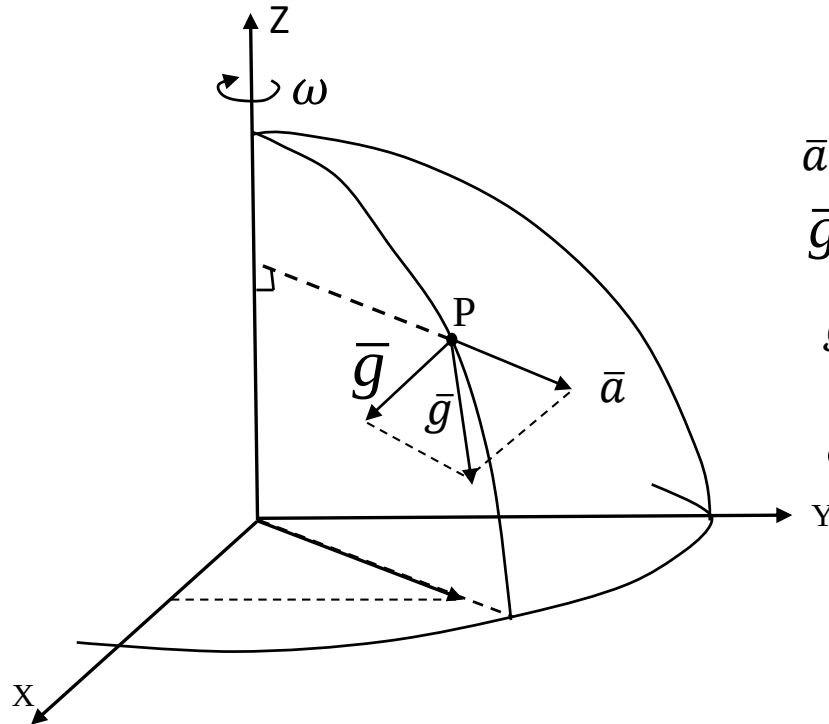
Denizlerde akıntı, dalga, tuzluluk, sıcaklık, yoğunluk farkı, gelgit etkilerden arındırılmış durgun deniz yüzeyinin karalar içinde de devam etmesiyle oluşan **eşpotansiyelli yüzey**, **jeoit** olarak adlandırılmaktadır. Yerin temel şekline verilen isimdir.

Bu yüzey, yerin kitlesi ve kendi eksenini etrafında dönmesinden kaynaklanan gerçek gravite alanının eşpotansiyelli yüzeylerinden özel bir tanesine karşılık gelmektedir.

Elipsoid jeoidin matematiksel gösteriminin imkansız olması nedeniyle yerin biçimine yaklaşan, kapalı bir formülle matematiksel olarak ifade edilebilen bir yüzeydir. Bu yüzey üzerinde jeodezik hesaplar kolaylıkla yapılabilmektedir.

Yeryuvarı gravite alanı

- **Gravite**, yeryüzündeki bir cisme etkiyen yerçekimi ve merkezkaç kuvvetlerinin toplamı olarak tanımlanır.
- Gravite vektörünün büyüklüğüne «**gravite**», doğrultusuna ise «**çekül doğrultusu**» veya «**düşey doğrultu**» olarak isimlendirilir.



$\bar{a}$: Merkezkaç kuvveti

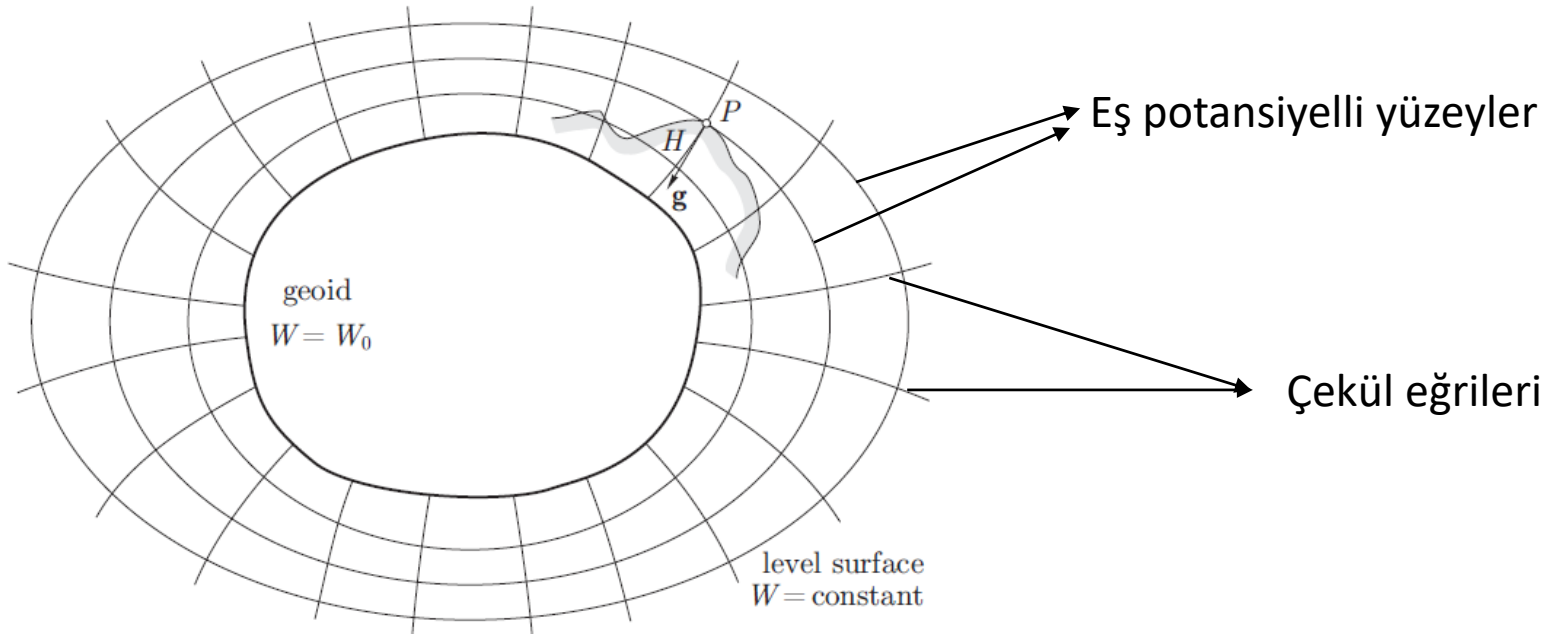
$\bar{g}$: Çekim kuvveti

$\bar{g}$: gravite kuvveti

ω : yerin açısal dönme hızı

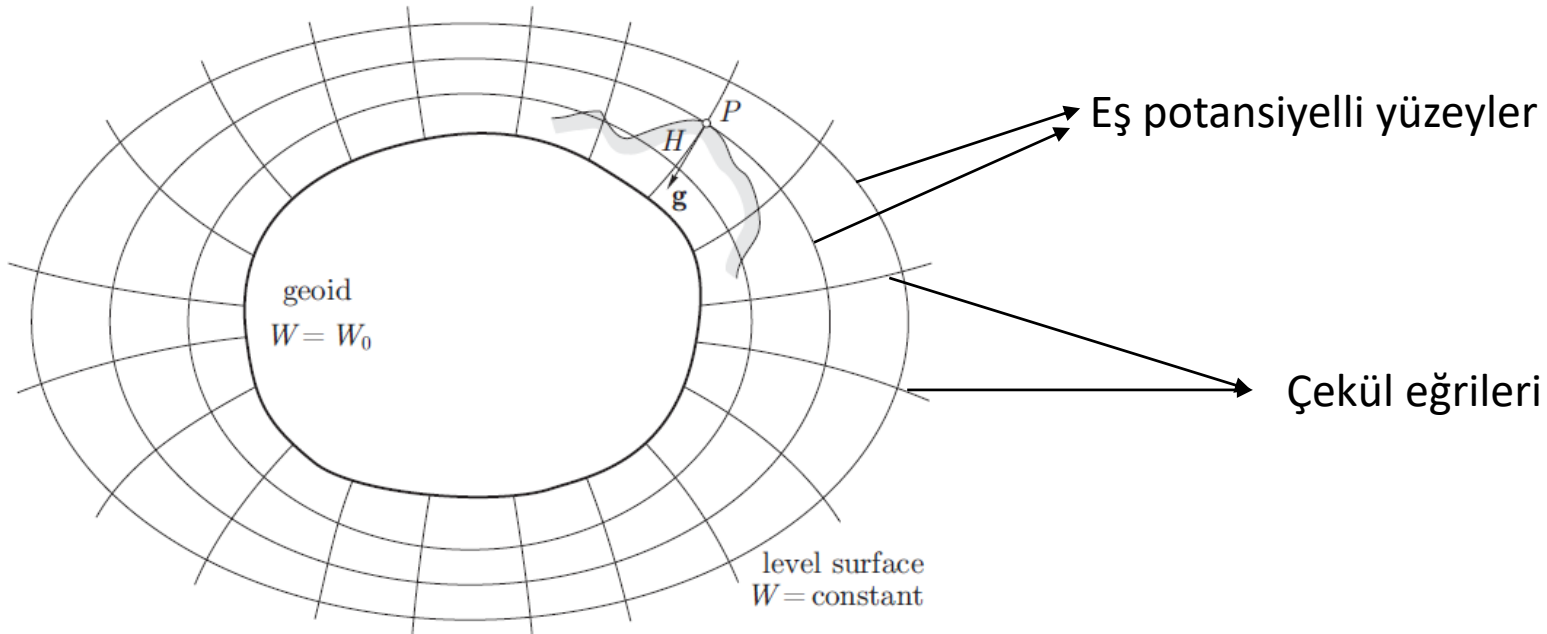
Eşpotansiyelli Yüzeyler

- **Gravite potansiyeli (W)** yeryuvarının kitlesinden dolayı ve merkezkaç kuvvetten dolayı oluşan potansiyeldir. Potansiyel yeryüzünde bir birim kitleli bir cismin bir noktadan başka bir noktaya taşınmasında yapılan iş olarak tanımlanır.
- Gravite potansiyeli (W) sabit noktaların oluşturduğu geometrik yüzeye «**eşpotansiyel yüzey**» veya «**nivo yüzeyleri**» adı verilmektedir. Bir eşpotansiyelli yüzeyin kapalı ifadesi
- $W = W(x, y, z) = \text{sabit}$
- şeklindedir
- Tüm eşpotansiyelli yüzeyleri dik olarak kesen çizgileri birleştirdiğimizde elde ettiğimiz eğrilere **çekül eğrileri** denir.
- Çekül eğrileri her noktada eş potansiyelli yüzeyleri dik olarak keserler.

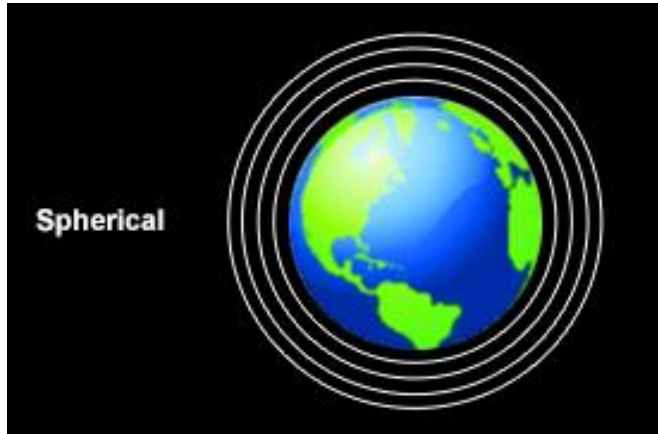


Eşpotansiyelli Yüzeyler

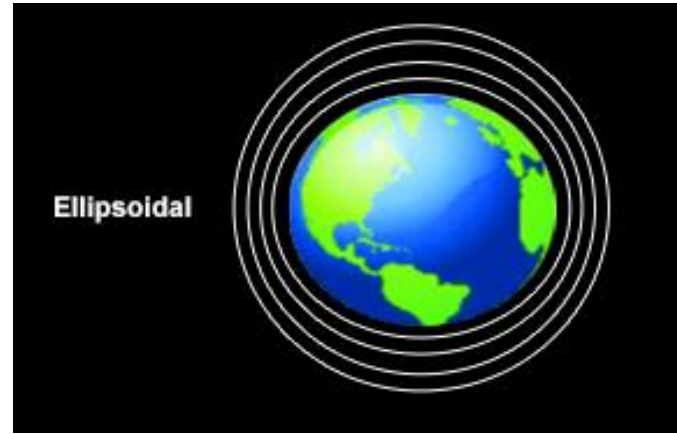
- Eşpotansiyelli yüzeylerden ortalama deniz yüzeyi ile çakışık olana **Jeoid** adı verilmiştir ve W_0 potansiyeline sahiptir. Jeoidin denklemi
- $W_0 = W(x, y, z) = \text{sabit}$
- şeklindedir
- Her noktada çekül doğrultusuna dik olan **Eşpotansiyelli yüzeyler** (nivo yüzeyleri) de her **yerde yatay** olup, **yatayın fiziksel tanımlanmasına** yardım ederler.



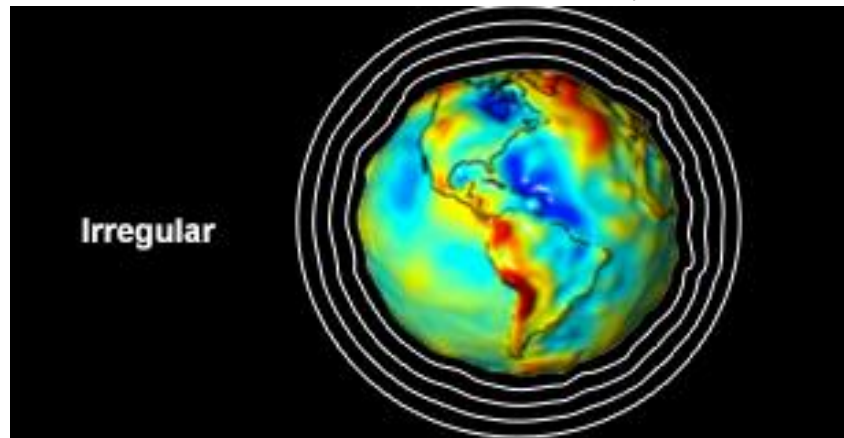
Eş potansiyelli Yüzeyler



If we model Earth as a homogeneous, non-rotating sphere, Earth's gravitational field could be represented by any number of equidistant, parallel equipotential surfaces



If we model the gravitational field from a homogeneous ellipsoid, it has ellipsoidal (or nearly so) equipotential surfaces that become more and more spherical as you get farther from Earth. These equipotential surfaces would not be equidistant from one another, nor would they be parallel at most points.

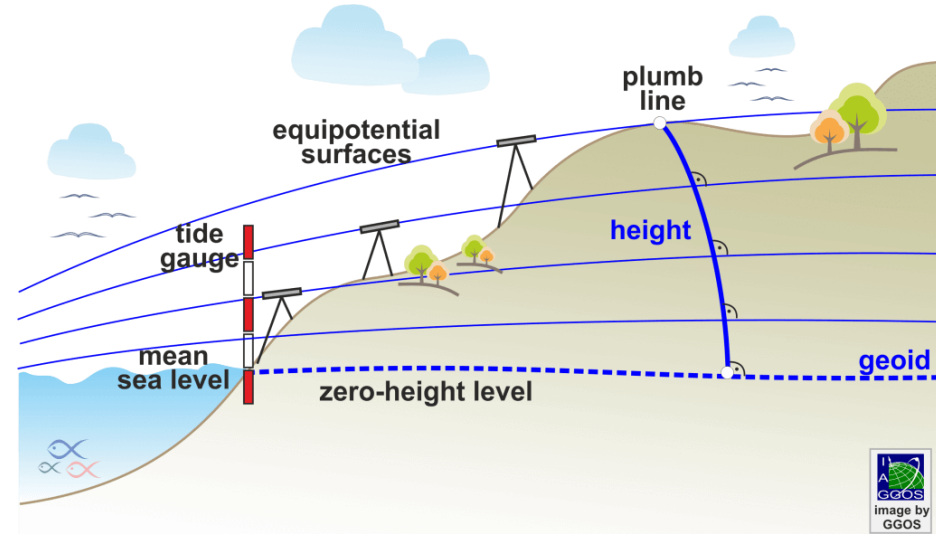
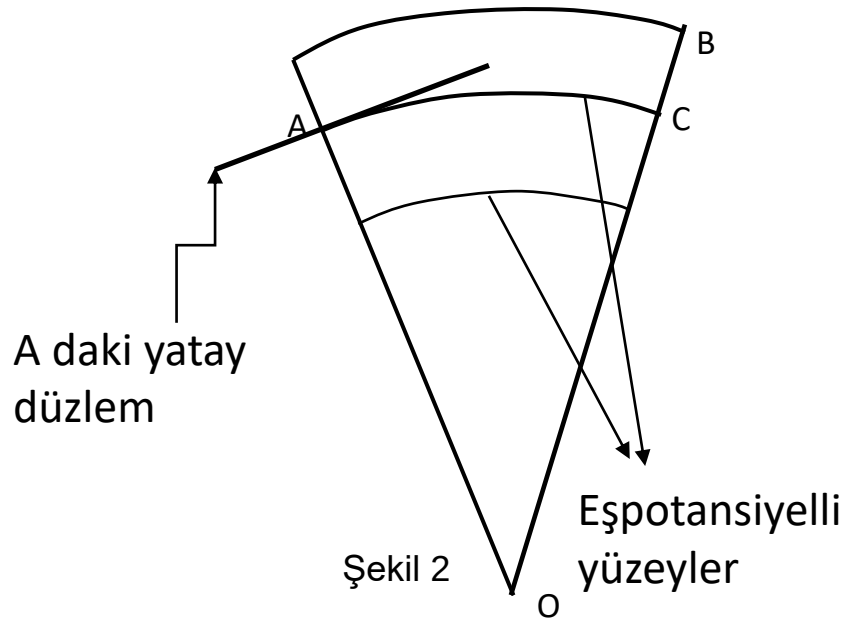


Eş potansiyelli Yüzeyler

Yerin temel şekli **küre** olarak kabul edildiğinde yerin merkezi ile aynı merkezli küre yüzeyleri üzerinde bulunan noktalar eşit yükseklikte kabul edilirler. İki nokta arasındaki yükseklik farkı ise bu noktalardan geçen küreler arasındaki mesafe veya bunların yarıçapları arasındaki farktır (Şekil 2).

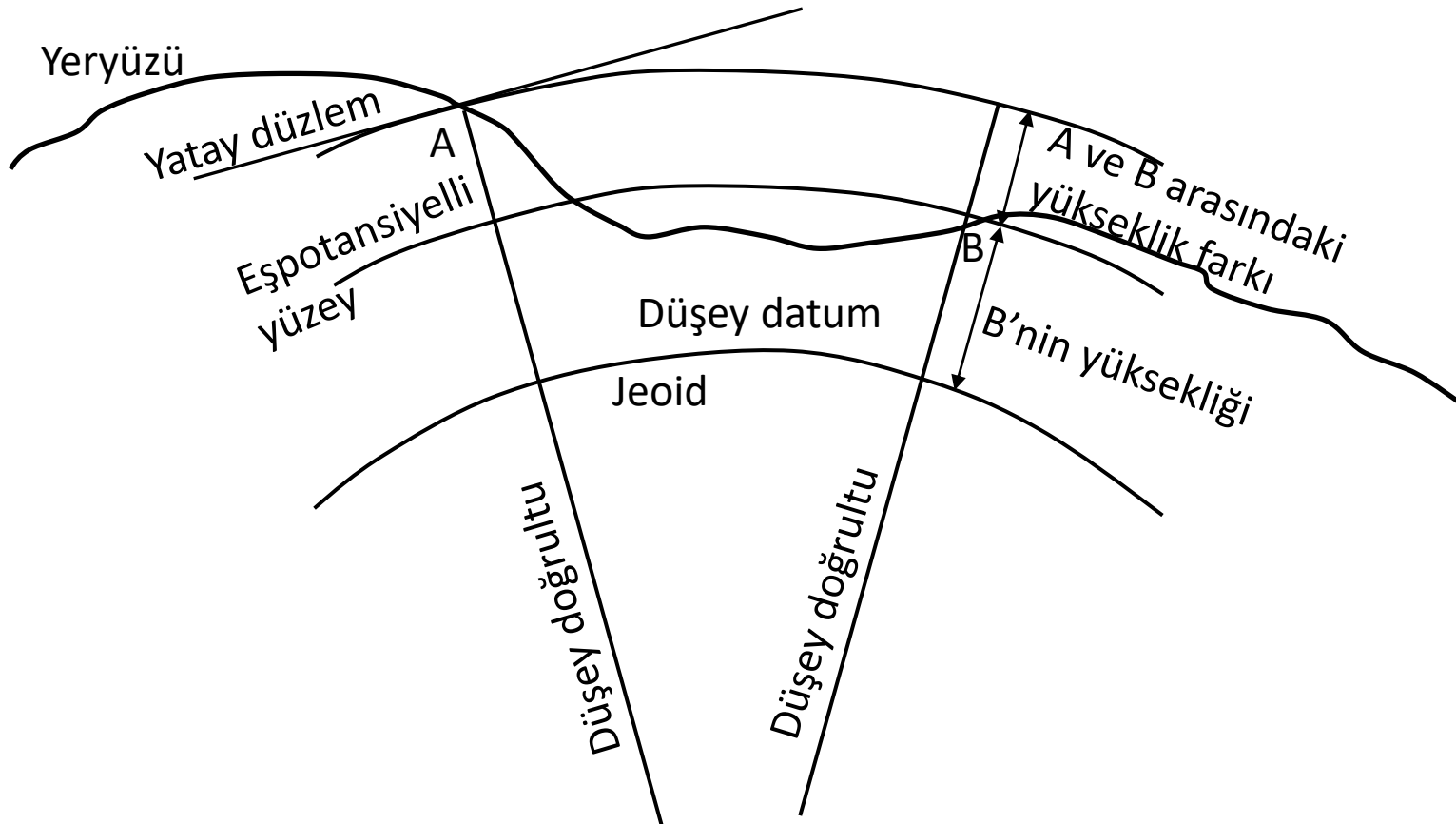
Buna göre A, B noktaları arasındaki yükseklik farkı BC olur.

A noktasından B noktasına ölçülecek düşey açı için yatay, A dan geçen eşpotansiyelli yüzeye teğet düzlemdir.



Tanımlar

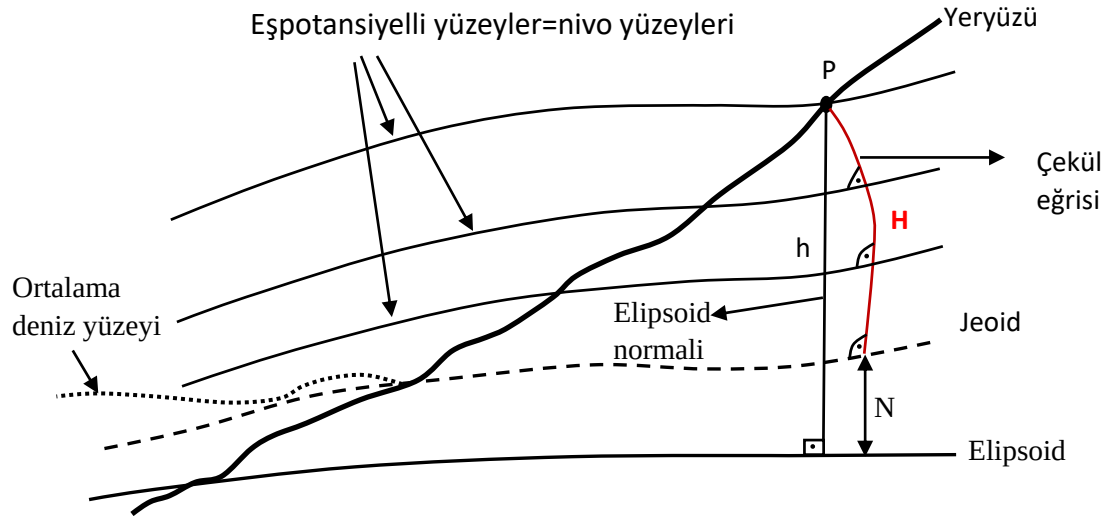
- Eşpotansiyel yüzeyler her yerde **yatayı** oluştururlar.
- Eşpotansiyelli yüzeyin **teğet** düzlemine **yatay düzlem** denir.
- Bir noktadaki gravite vektörünün doğrultusu, **düşey doğrultu** veya **çekül doğrultusudur**.
Gravite vektörünün doğrultusu= düşey doğrultu =çekül doğrultusu



Yükseklik Çeşitleri

Ortometrik yükseklik (H), Yeryüzündeki bir P noktasının çekül eğrisi boyunca jeoide olan uzaklığıdır

Elipsoidal yükseklik (h), yeryüzündeki bir P noktasının ellipsoid normali boyunca ellipsoid ile P noktası arasındaki düşey mesafedir.



H: Ortometrik yükseklik
h: Elipsoidal yükseklik
N: Jeoit yüksekliği

Düşey datum

- Yeryüzü noktalarının yüksekliklerinin belirlenmesinde başlangıç(sıfır) olarak alınan nokta ve/veya yüzey **düşey datum** olarak isimlendirilir.
- düşey datum olarak;
 - ya tüm yeryuvarını temsil eden **global jeoid**
 - ya da her ülke veya her bölge için belirlenen ortalama deniz yüzeyi ile çakışan eşpotansiyelli yüzeyi esas alan **bölgesel jeoitler**
- alınabilmektedir. Buna göre düşey datumun oluşturulmasında ilk aşama global veya bölgesel jeoidin ve/veya ortalama deniz düzeyinin belirlenmesidir.
- **Ortalama deniz seviyesi**, zamana bağlı tüm değişimlerden ve düşey yer kabuğu hareketlerinden arınmış ve karada sabit bir noktaya göre belirlenmiş ortalama bir değer olarak tanımlanır.
- Ortalama deniz yüzeyi, mareograf istasyonlarında belli zaman diliminde kaydedilen anlık deniz yüzeyi değerlerinin değerlendirilmesiyle bulunur.

Deniz seviyesinin belirlenmesi

Anlık veya ortalama deniz seviyelerini ve değişimlerini belirlemek amacıyla;

a) Klasik yöntemle deniz kıyılarına tesis edilen mareograf istasyonlarından

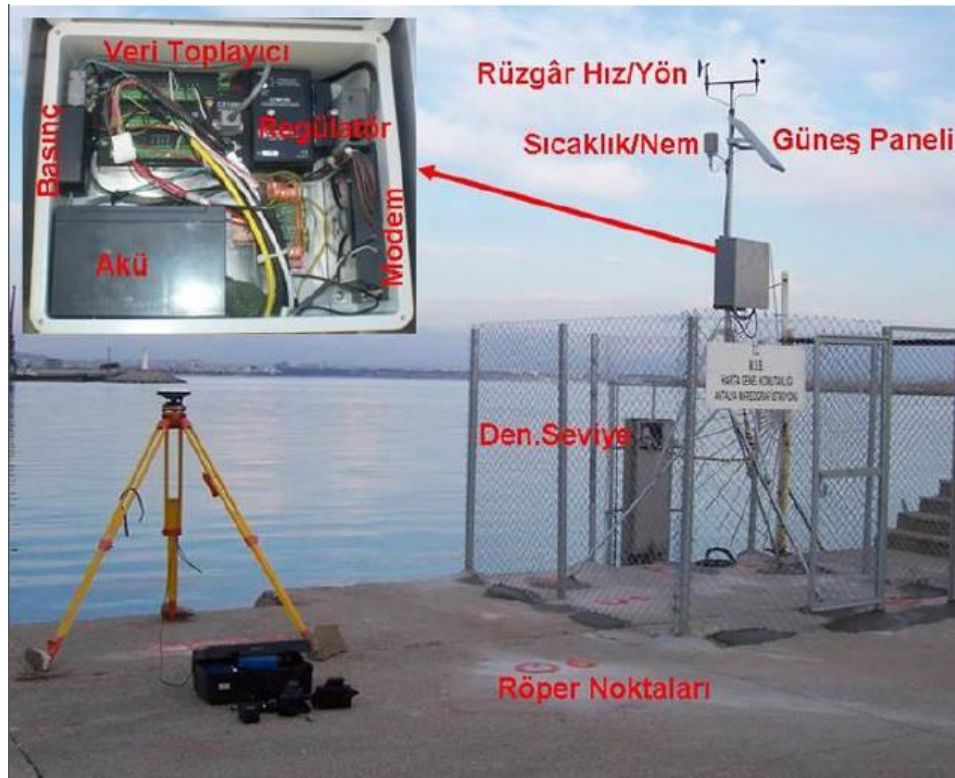
b) yapay uydu tekniklerinden (Uydu Altimetrisi-Satellite Altimetry)

yararlanılmaktadır.



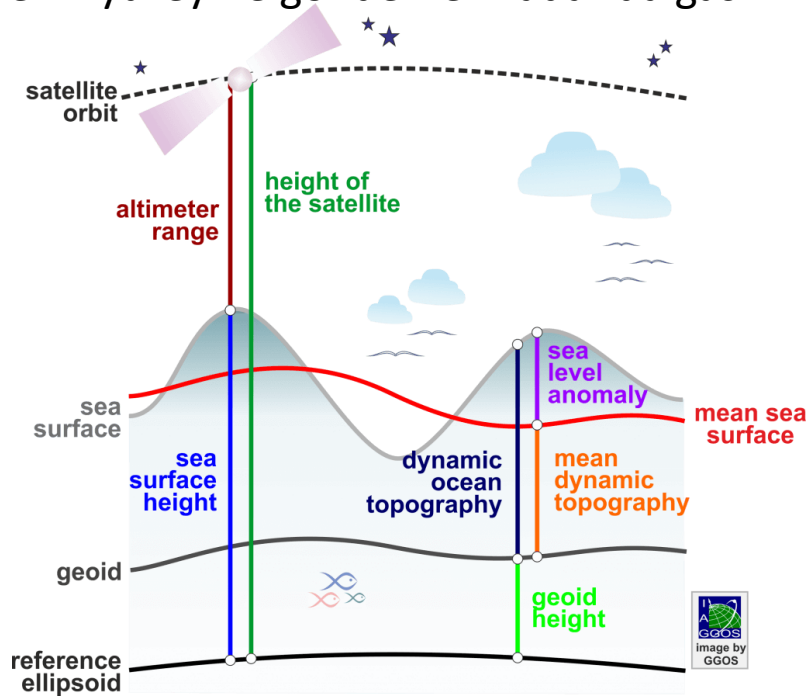
Trabzon-II sayısal ve otomatik mareograf istasyonundaki deniz seviyesi ölçme aleti (Yildiz et. al (2003).

- Sayısal ve otomatik mareograf istasyonları, güneş paneli ile sağlanan enerjiyle şarj olan bir batarya vasıtasıyla çalışmaktadır.
- Deniz seviyesi yanı sıra, atmosferik basınç, hava sıcaklığı, hava nem, rüzgar hız ve rüzgar yön ölçen algılayıcılar bulunmaktadır.



Simav et. al. (2011)

Uydu altimetrisi: Anlık deniz yüzeyinden uyduya olan mesafeyi belirlemek için, uydudan deniz yüzeyine gönderilen radar dalgasının gidiş dönüş seyahat zamanını ölçer.



Sea Surface Height (SSH) is the height of the sea surface above a reference ellipsoid

Mean Sea Surface (MSS) is the long-term average of the sea surface height (at least over one year).

Sea Level Anomalies (SLA) are the deviations of the sea surface from the mean sea surface; i.e., $SLA = SSH - MSS$.

<https://ggos.org/item/sea-surface-heights/#toggle-id-1>

Dynamic Ocean Topography (DOT), is the difference between the instantaneous sea surface height and the geoid.

Mean Sea Level (MSL) is the local sea surface height averaged over a long period in a certain region. It can be also determined from [tide gauge records](#).

KAYNAKLAR

https://geodesy.noaa.gov/web/science_edu/online_lessons/gravity2.shtml

Halil Erkaya, Yükseklik Ölçmeleri Ders notları, Yıldız Teknik Üniversitesi,2012

Yildiz et. al. (2003): Antalya-ii, Bodrum-ii, Erdek Ve Menteş Mareograf İstasyonlarına Ait 1984-2002 Yillari Arasi Deniz Seviyesi Ve Jeodezik Ölçülerin Değerlendirilmesi, Harita Dergisi, sayi 17.

Simav et. al. (2011): Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Ağı Veri Kalite Kontrol ve Yönetim Sistemi, Harita dergisi, sayi 145.