

2. BÖLÜM

ORTALAMA SU SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

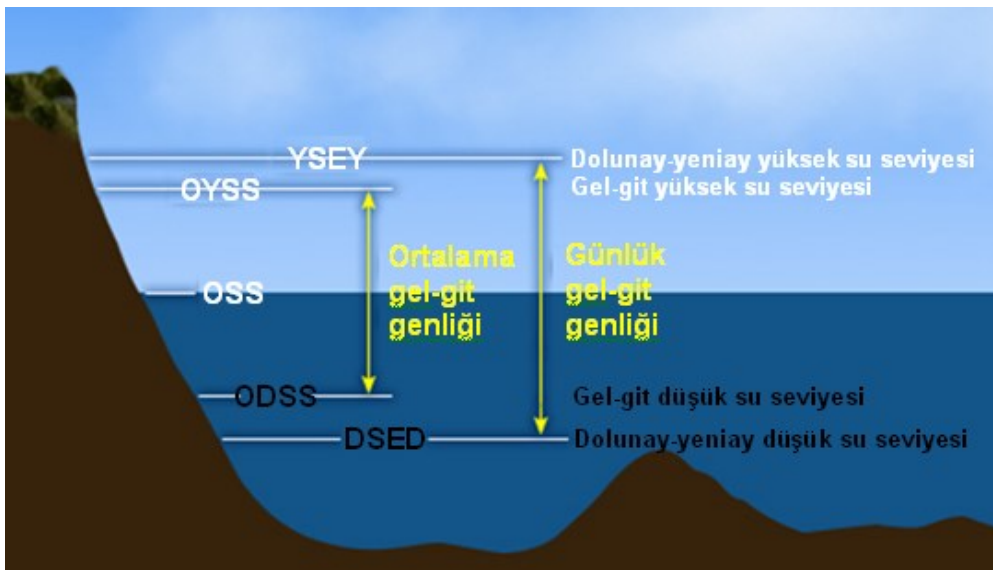
Gerek kara haritaları, gerekse hidrografik harita çalışmaları için belli bir başlangıç (referans) yüzeyinin tanımlanmış olması gerekmektedir. Çünkü haritaya üçüncü boyut olarak giren yükseklik kavramı belirli bir yüzeye göre belirlenmelidir.

Bir noktanın yüksekliğinden söz edildiğinde, o noktanın başlangıç olarak kabul edilen yüzeye olan dik uzaklığı anlaşılır. Yeryüzünde bu uzaklık çekül doğrultusudur. Çekül doğrultuları, yeryüzündeki her noktada kıtaların altından da sürdüğü varsayılan denge konumundaki deniz yüzeyine diktir. Söz konusu denge konumundaki deniz yüzeyi yeryüzü noktaları için sıfır yükseltili yüzeydir. Biz bu yüzeyi **Jeoid** olarak adlandırıyoruz. Yükseklik başlangıcı olarak alınan deniz yüzeyi, kıyas yüzeyi olarak alınabileceğine göre su seviyesindeki değişimlerin belirlenmesi ve buna bağlı olarak ortalama su seviyesinin ve kıyılarda sıfır noktası denen başlangıç yüksekliğinin belirlenmesi gerekmektedir.

Ay ve Güneş'in çekim kuvvetlerinden doğan gel-git kuvvetleri sonucunda denizlerde sabit bir su seviyesinden söz edilemez. Çünkü denizler sürekli

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

alçalmakta ve yükselmektedir. Bu değişimler Newton'un denge kanununa uygun olarak açıklanabilmektedir. Genellikle bir noktada, 12^h 25^m ara ile yüksek ve alçak su seviyeleri oluşmaktadır. Güneşin neden olduğu gel-git etkisi Ay'ın etkisinin % 46'sı kadardır. Fakat ayın bazı günlerinde Ay ve Güneş'in birlikte etki yaptığı durumlarda oluşmaktadır. Uygulamalar sonucu edinilen deneyimler göstermiştir ki ortalama gel-git üzerinde kıynın şeklinin ve deniz derinliğinin de etkisi vardır. Ayrıca, rüzgar tarafından suyun itilmesi de su seviyesini değiştiren bir etkidir. Atmosfer basıncındaki değişimlerde bir etkidir. 10 mm'lik bir basınç değişiminin su seviyesini 13 cm değiştirdiği gözlenmiştir. Denizlerde görülen bu değişimler nedeniyle gelişigüzel zaman ve yerlerde yapılacak gözlemlerle sıfır noktasının belirlenmesinin yeterli olmayacağı ve uzun süreli gözlemlere gereksinim olduğu görülmüştür. Bu gözlemlerin yapılabilmesi için kıyılarda uygun yerlerde **mareograf** adı verilen su seviyesi ölçme istasyonları kurulmuştur.



Şekil-2.01 Su seviyesi tanımlamaları

2.1. Su seviyesi belirleme yöntemleri

Su seviyesi belirleme yöntemlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırmak olanaklıdır.

1- Ortalama deniz seviyesi: Yükseklik başlangıç (referans) yüzeyinin belirlenmesi için, uzun süreli gözlemlerden elde edilen saatlik verilerin ortalaması alınarak belirlenir, (Şekil-2.01).

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

2- Düşük ortalama su değeri: Hidrografik çalışmalarda kullanılan bu değer uzun zaman periyodundaki bütün düşük suların ortalamasıdır.

3- Düşük suyun en düşüğünün ortalaması: Yarım günlük gel-git'lerde gün içinde oluşan iki düşük suyun en düşüklerinin ortalamasıdır. Bu değer genellikle deniz haritalarında derinliklere başlangıç olarak kullanılır.

4- Indian spring datumu: Yeniay ve dolunay zamanlarından yaklaşık bir iki gün sonra oluşan bahar gel-git'lerindeki düşük suların ortalamasıdır.

Bu ortalama değerlerden başka, ekstrem (aşırı) su seviyeleri de değerlendirilmekte ve ayrıca yükselme ve alçalma hareketlerinin oluş zamanları, coğrafi konumlarına göre kestirilmektedir.

2.2. Su seviyesi ölçme yerinin seçimi

Bir su seviyesi ölçme istasyonu yani mareograf kurulurken yapılacak işler ve kullanılacak malzeme son derece önemlidir. İlk iş olarak ölçme tesisinin yerleşim alanı doğru olarak belirlenmelidir. Bu yerleşim alanının seçiminden önce; kullanılacak gel-git ölçer tipi, sönümlleme borusunun büyüklüğü, bölgenin konumu ve elde edilecek bilgilerin nerede kullanılacağı göz önüne alınmalıdır. Bu bilgilerin ışığında ölçme yeri seçiminde şu hususlara dikkat edilmelidir:

1- Mareograf istasyonu en kuvvetli fırtınalardan bile etkilenmeyecek şekilde sağlam olmalıdır. Ölçme aleti yüksek dalgaların etkili olduğu yerde kuruluyorsa yüksekte olmalıdır.

2- İstasyonun kurulacağı zemin sert, durağan ve erozyon tehlikesiz olmalıdır. Köprü, iskele ayakları, dalgakıranların açık deniz tarafları mareograf istasyonları için en uygun yerlerdir.

3- Sistemin sönümlleme borusunun çıkışı engellemesiz ve en düşük su seviyesinden en az 1 m aşağıda olmalıdır.

4- Akarsuların suyu deniz suyu ile karıştığında su yoğunluğu değiştiğinden, yer seçiminde akarsu ağızlarından kaçınılmalıdır. Akarsu akıntıları kuyu içindeki suyun alçalmasına neden olurlar.

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

5- Denizden ayrılmış bölgeler çok düşük su seviyesi okumalarına neden olurlar. Aynı nedenle sığ ve eğimli kumsallarda da ölçüm yapılmamalıdır.

6- Keskin burun ve boğazlar kuvvetli akıntılara açık bulunduğundan bu gibi yerlerden de kaçınılmalıdır.

7- Yeni mendirek ve liman inşaatları ile büyük fabrikaların atık sularını verdikleri çıkışların, bölgede su seviyesi değişimlerini etkileyeceği dikkate alınmalıdır.

8- Asıl amacı ortalama deniz seviyesinin belirlenmesi olan mareograf istasyonları mutlaka açık deniz kıyılarında kurulmalıdır.

9- Ölçme aletinin, kötü hava koşullarından, tuzlu sulardan, nem ve sıcaklık değişimlerinden etkilenmemesi için bir bina veya kulübe içerisine yerleştirilmesi gerekir.

2.3. Su seviyesi ölçme aletleri (Mareograflar)

Su seviyesinin değişimini belirlemek için kullanılan ölçme aletlerini yapım ve duyarlılıkları yönünden iki gruba ayırarak inceleyebiliriz. Bunlar;

1- Basit mareograflar,

1a- Lata mareograf (eşel),

1b- Şamandıralı mareograf (mareometre),

1c- Basınç göstericiler,

2- Kaydedici mareograflardır.

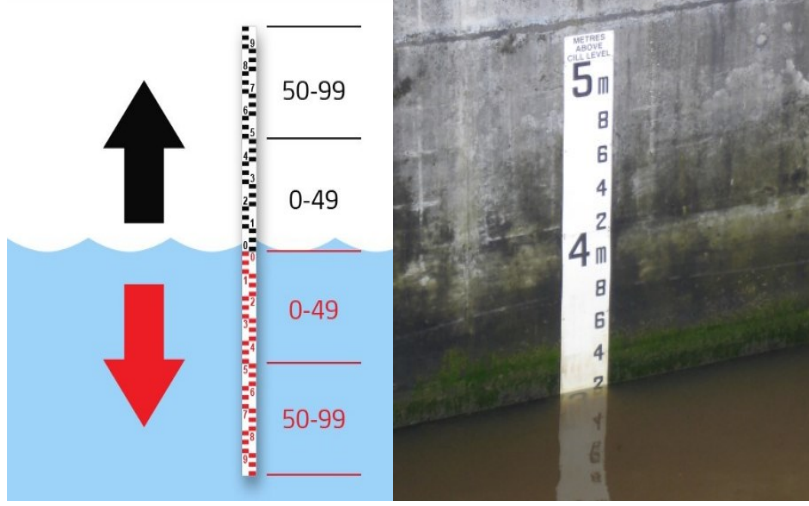
2.3.1. Basit mareograflar

2.3.1.1. Lata mareograf (Eşel)

Lata mareograf, üzerinde bölümler bulunan ahşap ya da metalden yapılmış bir cetveldir. Boyutları, 2-5 m uzunluğunda, 10-12 cm eninde ve 3-5 cm kalınlığındadır. Boyları ölçme yapılacak bölgedeki su seviyesi değişim aralığından fazla olacak şekilde seçilir. Ölçmenin yapılacağı kıyılarda dalgalanmanın en az olduğu yerlerde, suya dik olarak ve sıfırı minimum su seviyesinin altında kalacak şekilde yerleştirilir, (Şekil-2.02). En küçük bölüm

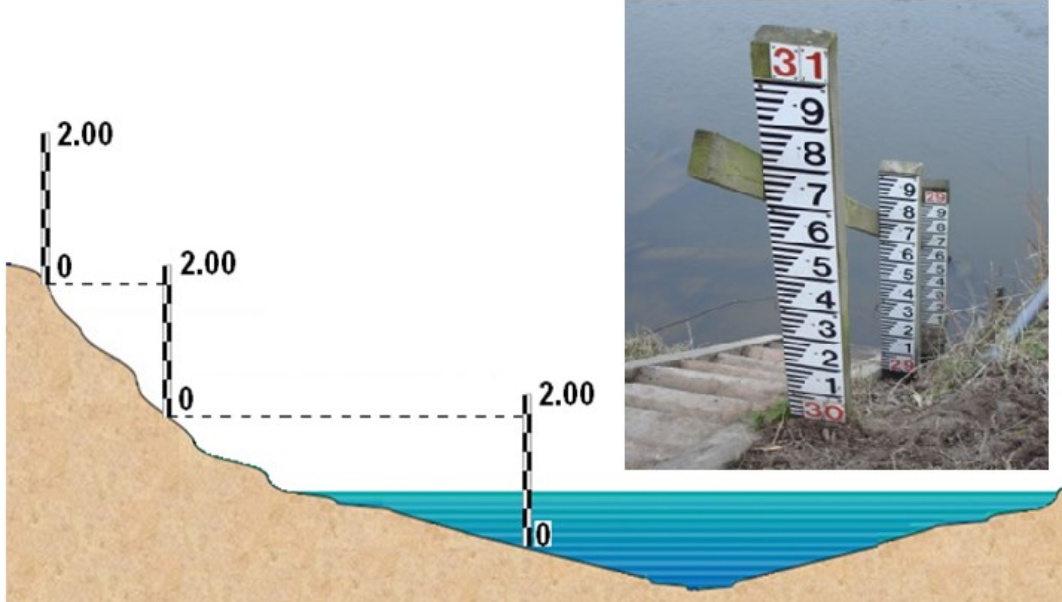
2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

değeri 2 cm ya da daha büyüktür. Okumalar dış etkilere açık serbest su yüzeyine göre yapıldığından, ölçülerin duyarlılığı $\pm 1-5$ cm arasında değişir.



Şekil-2.02 Lata mareograf ve iskeleye yerleştirilmiş uygulaması

Lata meraograf ölçülerinden yükseklik belirlenmesi gerekirse, latanın herhangi bir yerine, genellikle sıfır çizgisine nivelnam röperinden yükseklik taşınır. Su seviyesindeki değişimlerin cetvel boyunu geçtiği yerlerde, örneğin baraj rezervuarlarında, birinin son bölüm çizgisi diğerinin sıfır çizgisi seviyesinde olacak şekilde kademeli olarak kullanılır, (Şekil-2.03).



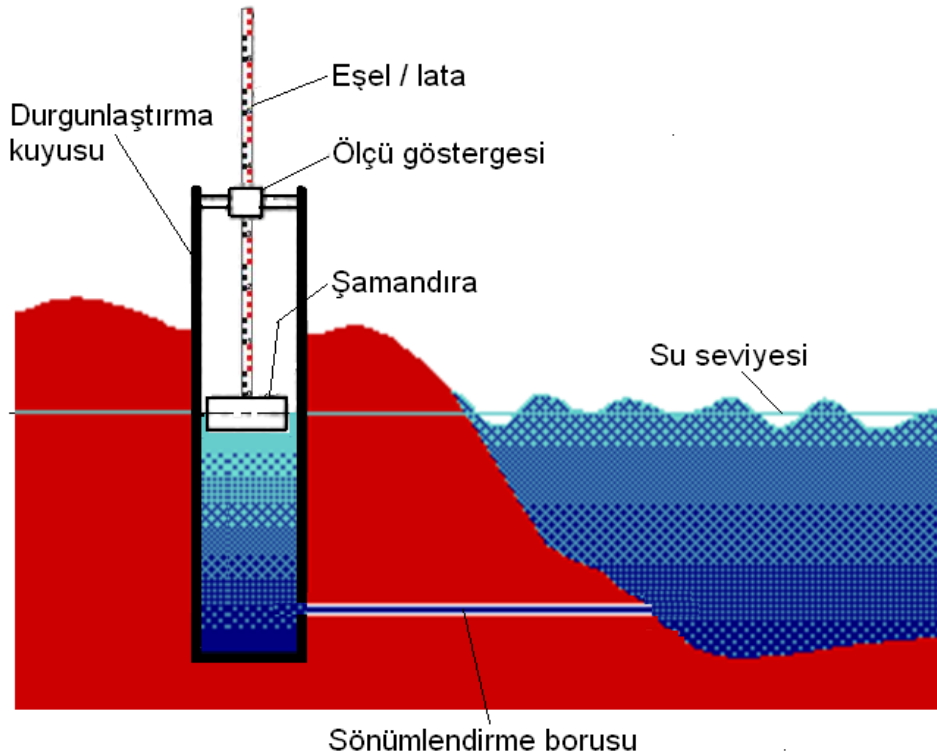
Şekil-2.03 Kademeli tesis edilmiş lata mareograf ve uygulaması

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

Her su seviyesi ölçme istasyonunda mutlaka bir lata mareograf bulunması gerekir. Böylece lata mareografdan okunan su seviyesinden asıl gözlem verilerinin kontrolünde yararlanılır.

2.3.1.2. Şamandıralı mareograf (Mareometre)

Su yüzeyindeki dalgaların mareograf ölçülerine etkisini en aza indirmek için şamandıralı mareograf geliştirilmiştir, (Şekil-2.04). Şamandıralı mareograf 2-4 m boyunda bir boru ile bunun içinde hareket eden ve üzerinde ince bir cetvel bulunan bir şamandıradan oluşur. Mareograf, kıyıda uygun bir yere düşey konumda yerleştirilir ve yatay konumlu sönümlendirme borusu olarak adlandırılan bir boru yardımıyla su ile bağlantısı sağlanır. Bazı şamandıralı mareograflarda, mareograf borusunun alt yüzeyine açılmış ince delikler yardımıyla su bağlantısı sağlandığından boru doğrudan su içine indirilir.



Şekil-2.04 Şamandıralı mareograf

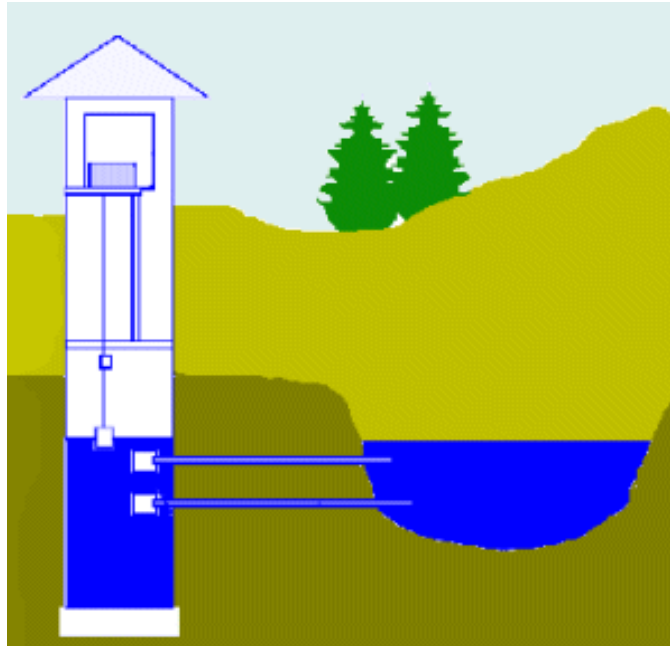
Mareograf borusunda oldukça durgunlaşan su yüzeyine bağlı olarak şamandıra ve ona bağlı cetvel düşey doğrultuda hareket eder. Su seviyesi, mareograf borusu üzerindeki bir gösterge yardımıyla okunur. Bazı mareograflarda

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

şamandıranın ve cetvelin ağırlığı, karşı bir ağırlık ile dengelenmiş olduğundan şamandıranın çok küçük hareketleri okunabilir ve daha duyarlıklı bir sonuç elde edilebilir. Mareograf borusunda su seviyesi durgunlaştırılmış olduğundan şamandıralı mareografla sağlanan duyarlık $\pm 0.5-1$ cm arasındadır, (Şekil-2.05).

Şamandıralı mareograflar tesis edilirken, mareograf borusunun düşey konumda olmasına ve sönümlendirme borusunun yatay konumda minimum su seviyesinin altında bulunmasına dikkat edilir.

Mareograf ölçüleri yüksekliğe dönüştürülürken mareograf borusu üzerindeki herhangi bir noktaya, genellikle sabit konumdaki göstergeye nivelman röperinden yükseklik taşınır. Şamandıralı mareograflar yapımı basit, fakat duyarlılıkları lata mareograflara göre yüksek olmaları nedeni ile her türlü su ortamında daha yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil-2.05 Geliştirilmiş bir şamandıralı mareograf

2.3.1.3. Basınç göstericiler

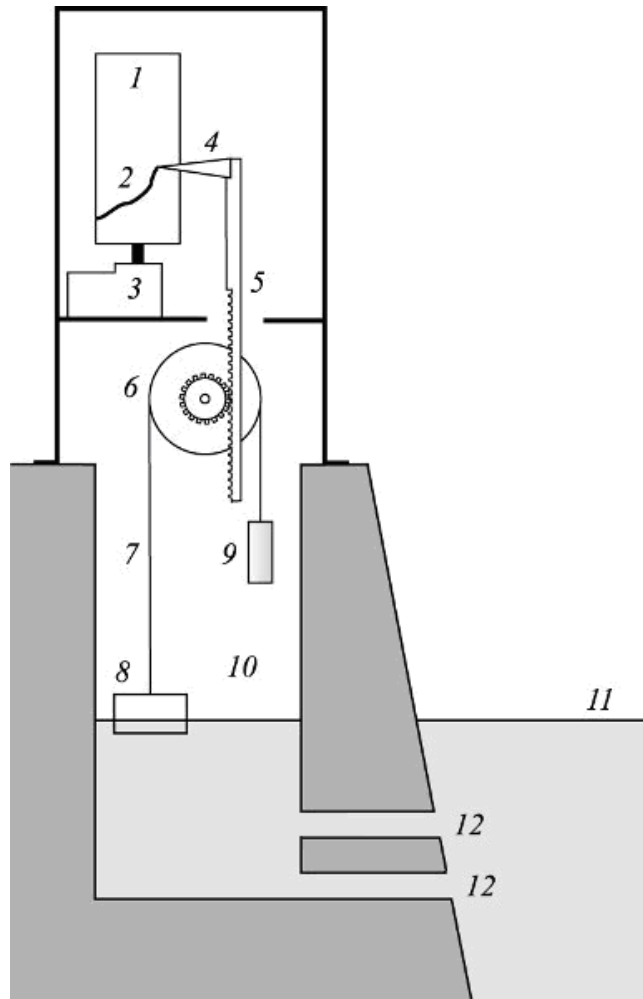
Basınç göstericiler, su seviyesinin alçalıp yükselmesi ile su dibindeki basıncın değişmesi ilkesine göre çalışırlar. Basınç göstercisi, sahilleri dar ve daha çok kapalı olan sularda diğer aletler kadar duyarlıklı çalışmaz. Basınç göstercisinin daha çok diğer su seviyesi ölçme aletlerinin kurulmasına uygun olmayan,

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

kıydan biraz açığıdaki sığ sularda yapılan gözlemlerde iyi sonuç verdiği gözlenmiştir.

2.3.2. Kaydedici mareograflar

Kaydedici mareograflar, su seviyesindeki değişimleri otomatik olarak kaydeden duyarlıklı aletlerdir. Çeşitli tipleri bulunmasına karşın bunlarda; durgunlaştırma kuyusu, şamandıra ve kaydedici mekanik sistem ortak elemandırlar.



- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 1. Kaydedici mekanik sistem (bobbin) | 7. Aktarma teli/kablosu |
| 2. Sürekli-ölçekli gel-git grafiği | 8. Şamandıra |
| 3. Bobini döndüren mekanizma | 9. Ağırlık |
| 4. Çizici uç | 10. Durgunlaştırma kuyusu |
| 5. Atarma düzeneği | 11. Deniz yüzeyi |
| 6. Tanbur | 12. Sönümlendirme boruları |

Şekil-2.06 Kaydedici mareograf

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

Kaydedici mareograflar, sürekli gözlemler için kullanıldığından, kıyıda sağlam zemin üzerinde inşa edilen beton duvarlı bir kuyu üzerine yerleştirilirler, (Şekil-2.06). Durgunlaştırma kuyusu adı verilen bu kuyunun en az iki tane yatay konumlu sönümlendirme borusu ile su bağlantısı sağlanır. Bu şekilde dalga, çamur ve kum etkilerinden korunmuş olan şamandıranın düşey doğrultudaki hareketleri bir tel yardımıyla kuyunun üst tarafında bulunan kaydedici mekanik sisteme iletilir. Mekanik sistemdeki bir çizici uç, bu hareketi ölçekli olarak özel kayıt kağıdı üzerine işaretler. Kaydedici mareograflar sürekli çalıştıktan sonra, kayıt kağıdı da belirli bir hızla hareket ettirilerek su seviyesi değişimlerinin sürekli ve ölçekli grafiklerinin çizilmesi sağlanır. Bu grafikler, çalışmanın amacına göre günlük, haftalık ya da aylık olarak düzenlenir. Durgunlaştırma kuyusu içindeki şamandıranın çok küçük hareketlerini belirleyebilmek için şamandıraya bağlı tel veya kablo, sabit bir çekme kuvveti uygulayan bir yay ile ya da ters doğrultuda hareket eden bir ağırlıkla dengelenir. Kaydedici mareograflar yardımıyla su seviyesindeki değişimler $\pm 0,1-0,5$ mm duyarlılıkla belirlenebilmektedir. Bu nedenle sürekli ve duyarlıklı gözlemler gerektiren ortalama deniz ve göl seviyelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

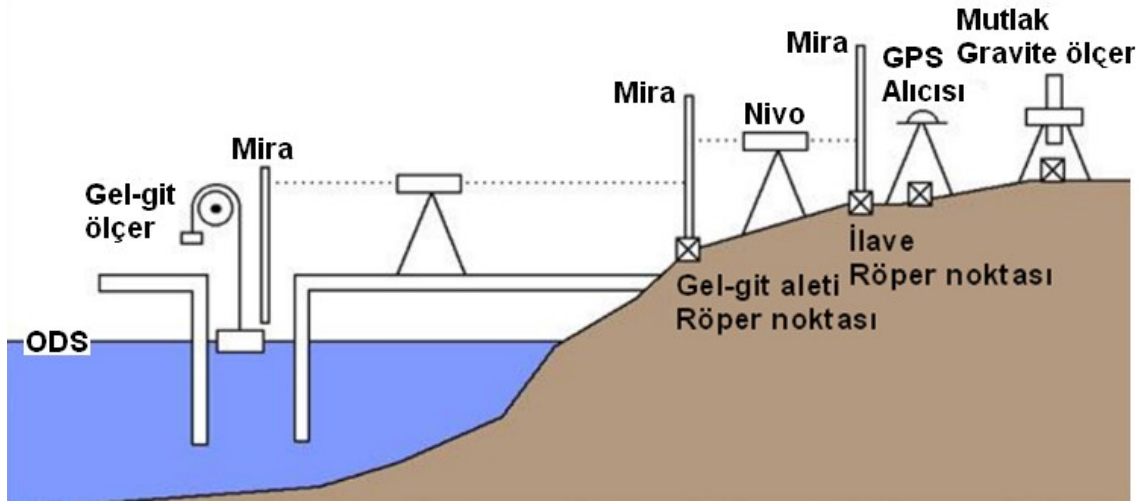
2.4. Seviyeleme ve başlangıç noktası kontrolü

1- Röper tesisi: Gel-git gözlemlerinin referans noktası olarak sabit bir nokta kullanılır. Bu nokta röper noktası olarak adlandırılır. Röper noktası, çıplak bir kaya, rıhtım duvarı veya bir bina üstünde seçilir. Görünümü yuvarlak başlı bir piriç vida şeklindedir ve bunun en yüksek noktası referans düzeyidir. Yalnız bir röper noktasının zaman içinde sabitliği kontrol edilemeyeceğinden, en az 3 nokta seçilir. Bunlar 1 mil içinde değişik yerlerde ve yaklaşık aynı yükseklikte seçilir. Uzun süreli topografik ölçümlerde aralarındaki yükseklik farkında değişim gözlenmezse bu noktaların sabit olduğu kabul edilir ve daha sonra bunlara ülke ağı datumuna göre yükseklik verilir, (Şekil-2.07).

2- Gel-git ölçüm datumu: Bir su seviyesi ölçerin datumu, sistemin gel-git ölçümünü sıfır okuduğu yer düzlemi seviyesidir. Kullanılacak yer düzlemi kullanıcının gereksinimlerine göre belirlenir. Örneğin İngiliz adalarında kayıt

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

aletlerinin datumuna göre derinlikler bu datumun altında, gel-git değerleri ise üstündedir. Buna karşın bazı limanlarda özel datum kullanılır. Bu durumda, datum yükseltme havuzlarının eşikleri veya liman içinde sığ bir noktadır. Bu noktaya göre su seviyesinde meydana gelen değişimler ölçülerek gel-git nedeni ile oluşan alçalma ve yükselmeler belirlenir.



Şekil-2.07 Gel-git aleti (mareograf) ve röper noktası

3- Gel-git datumunun belirlenmesi: Normal olarak mareograftaki ölçü cetvelinin sıfırı tahmini datumda olmalıdır. Uygulamada ölçü cetvelinin tepesini baz almak bazı kolaylıklar sağlar. Röper noktasından ölçü cetvelinin üst noktasının yüksekliği belirlendikten sonra, cetvelin sıfırının yüksekliği de kolaylıkla bulunur.

4- Datum belirlenmesi: Genel olarak bir gel-gitde iki sıfır vardır. Bunlardan biri ölçü cetvelinin sıfırı diğeri ise alet sıfırıdır. Ölçü cetvelinin sıfırı başlangıçta belirlenir. Otomatik alet sıfırı ise bununla uyumlu olacak şekilde seçilir. Eğer ölçü cetvelinin sıfırı yüksek seçilmiş ise otomatik alet sıfırı alçak seçilir. Ancak aralarında 25-30 cm fark bulunmalıdır. Sıfırlar başlangıçta belirlendikten sonra değiştirilmemelidir.

Ortalama deniz seviyelerinin belirlenebilmesi için onlarca yıl süren gözlemler gerektiğinden, bu gibi su seviyesi verileri ile alet sıfırı ve röper noktasında yapılan değişikliklerin düzenli olarak rapor halinde kullanıcılara sunulması gerekmektedir.

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

2.5. Jeodezik düzey datumun belirlenmesi

Jeodezide ortalama deniz seviyesi belirlenirken, zaman içinde durağan kaldığı varsayılır ve genel olarak bir yılı aşkın deniz seviyesi ölçülerinin ortalaması yeterli görülür. Halbuki deniz seviyesi zamanla meteorolojik ve deniz etmenleri, gel-git, kabuk hareketleri, iklim değişimi ve erozyon gibi değişik nedenlerle sürekli değişir. En önemlisi deniz seviyesinin zamanla yüzyıllık değişimler göstermesidir. Bunun yanında, çok yüksek gel-gitler ve anlık yükselmeler nedeni ile oluşan aşırı yüksek su seviyeleri ancak 50-100 yıllık ölçümler sonucunda ortaya çıkarılabilmektedir. En basit yaklaşım, bazı normal gel-git parametreleriyle n yıllık bir periyodun seviyesi arasındaki orantıyı ortaya çıkarmaktır. Bir bölgedeki standart istasyon için belirlenen bu faktör, uzun süreli ölçümlerin yapılmadığı komşu sahalardaki gel-git parametrelerini ölçeklemek için kullanılır. Diğer bir yöntem de birkaç yılda oluşan en yüksek su seviyelerinden istatistiksel ekstrapolasyon yapmaktır. Aşırı yüksek su seviyesi kestirimine en doğru yaklaşım, gel-git ve anlık yükselmelerin ayrı tahminlerini hesaplamaktır.

2.5.1. Gel-git genliği ve ortalama su seviyesi

Uzun periyotlarda gözlenen saatlik verilerin ortalamalarının frekansı değişik şekillerde olmaktadır. Su seviyesi alçalma ve yükselmeleri arasındaki fark bölgesel olarak çok değişmektedir. Açık denizlerde gel-git genliği 40-50 cm olduğu halde, karalarla çevrili bazı iç denizlerde ya çok küçük ya da çok büyük olmaktadır. Dünyada gel-git genliği sıfır olan deniz olmamakla beraber, 0.1 m'den daha az olan örneğin Karadeniz ve Baltık denizleri vardır. Gel-git genliğine göre sahiller zayıf, orta, kuvvetli ve çok kuvvetli olarak dört bölümde incelenir.

1- Zayıf gel-gitli sahiller: Gel-git genliği 0,1-1 m arasındadır. Örnek olarak Akdeniz ve Meksika Körfezi gösterilebilir.

2- Orta gel-gitli sahiller: Gel-git genliği 1-2 m arasındadır. Örnek olarak özel bir dağılım enlemi olmamasına rağmen, kıtaların dikdörtgen şeklindeki sahilleri verilebilir.

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

3- Kuvvetli gel-gitli sahiller: Gel-git genliği 2-4 m arasındadır. Örnek olarak geniş kıta sahanlığına sahip sahiller veya boğazlar (Manş ve Kuzey Denizi, Hürmüz Boğazı ve Mozambik Kanalı) sayılabilir.

4- Çok kuvvetli gel-gitli sahiller: Gel-git genliği 4 m'den büyük bu yerlere örnek olarak, Fundy körfezi (Nova Scotia, Kanada) 12.9 m (Şekil-2.08), Ungava körfezi (Quebec) 12.5 m, Avonmouth (Birleşik Krallık) 12.3 m, Granville (Fransa) 11.4 m, Rio Gallegos (Arjantin) 10.4 m, Saint Helier (Channel Adaları) 9.6 m ve Cook Inlet (Alaska, ABD) 9.2 m gösterilebilir.



Şekil-2.08 Fundy körfezinde suların yükseldiği ve çekildiği zaman dilimleri (1972)

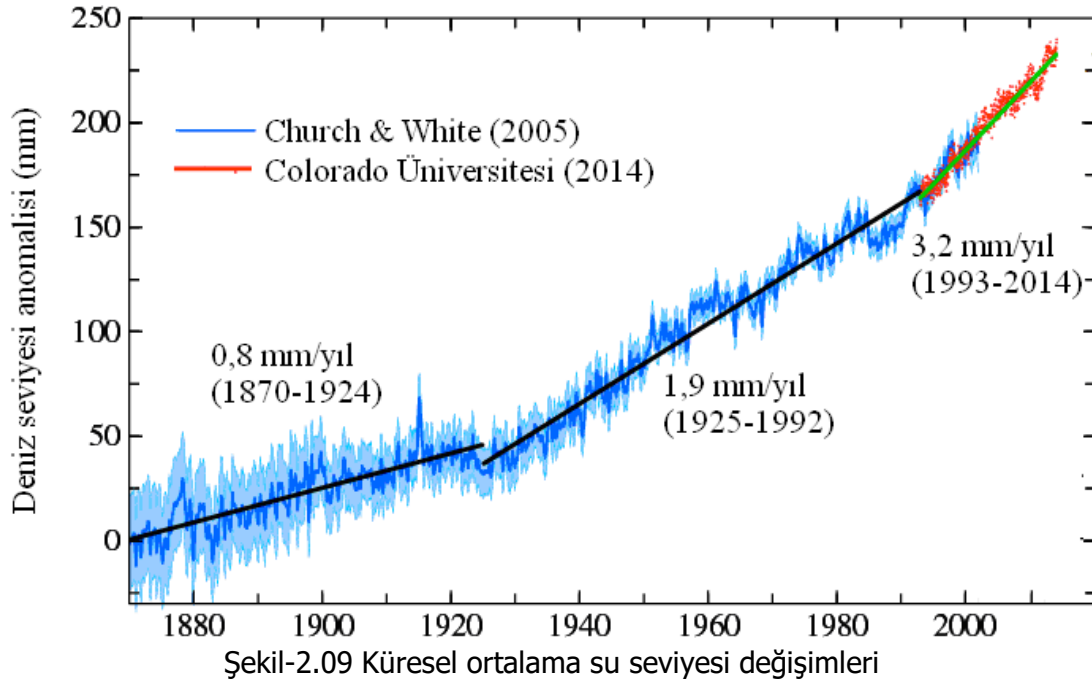
Ortalama su seviyesinin belirlenmesi için en basit yol aritmetik ortalama almaktır. Ancak özenli çalışmalarda önce gel-git ve anlık yükselmelerin veriler arasından çıkarılmaları gerekir. Bunun için alçak geçirimli sayısal filtreler uygulanır. Bütün bu yüksek ve alçak su seviyelerinin ortalamaları ortalama gel-git seviyesi olarak bilinir. Bu değer ortalama deniz seviyesine yakın olmasına karşın özdeş değildir. Yoğunluk değişimleri ve okyanus su çevrimi yok kabul

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

edilirse, ortalama su seviyesi jeoid şeklinde olacaktı. Ancak okyanuslarda güncel su seviyesini bu jeoidden 1 m daha yukarı yükselten yoğunluk değişimleri ve akıntılar vardır.

2.5.2. Uzun süreli trendler

Ölçüm sonuçları, günümüzde su seviyesinin dünya kıyılarının büyük bir bölümü boyunca yükseldiğini ortaya koymaktadır. Endüstrinin neden olduğu karbondioksit artışı, güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını engellemez, ancak onların ısı halinde uzaya dönüşünü keser. Güneş enerjisinin bu şekilde kapana sıkıştırılması yeryüzünde sera etkisi yaratır. Bazı bilim adamları bu etkinin dünya ortalama sıcaklığını artıracağını ve eriyen buzulların deniz seviyesini yükselteceğini söylemektedir.



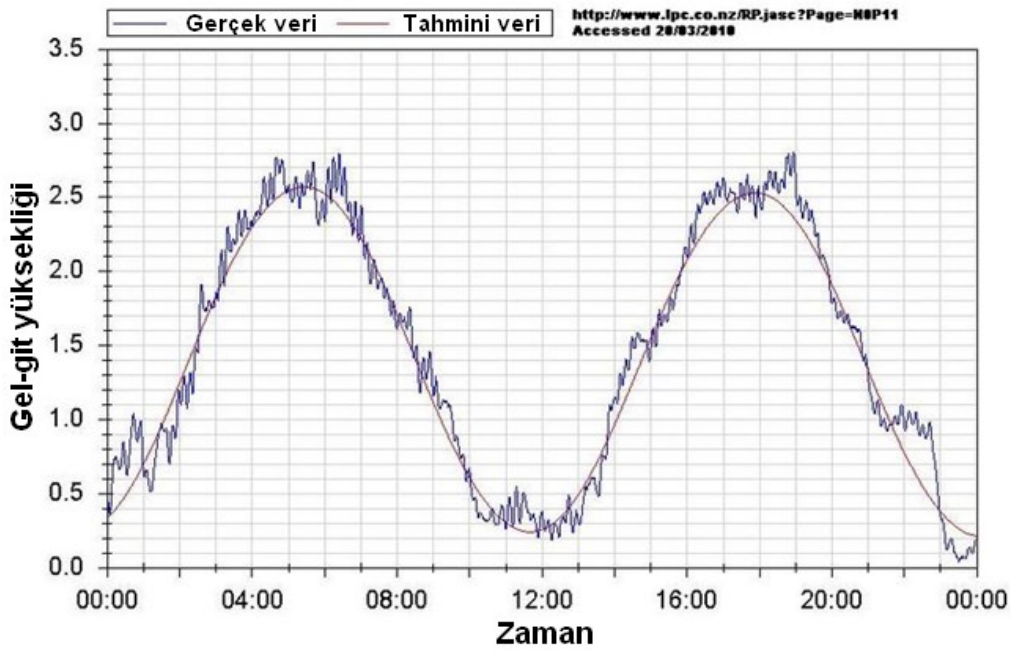
Dünya denizlerindeki bazı yerlerde su seviyesi değişimlerinin uzun süreli trendleri (yönelimleri) ortaya çıkarılmıştır, (Şekil-2.09). XX. yüzyıl ölçüm sonuçlarına göre, iklim değişiminden dolayı deniz seviyesi her yıl ortalama olarak 1-1.5 mm kadar yükselmektedir. Deniz seviyesinde meydana gelecek 1.25 mm'lik bir yükselme, okyanuslarda yaklaşık 500 km³'lük bir su artışına neden olmaktadır. Eğer hidrolik döngüdeki suyun bir bölümü büyük barajlarda

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

tutulmamış olsaydı, deniz seviyesinin yıllık yükselişi bugünkü seviyesinden 32 mm daha yüksek olacaktı. Dünya ölçeğinde yapılan gözlemler, sera etkisi nedeniyle 1940 yılından bu yana deniz seviyesinin 17-18 cm yükseldiğini, önümüzdeki 40 yıl içinde ise 15-20 cm daha yükseleceğini göstermektedir.

2.6. Mareograf ölçülerinin değerlendirilmesi

Sualtı zeminine ilişkin derinlik ölçülerinin ortak bir referans yüzeyine indirgenebilmesi için, gözlemlerin yapıldığı gün ve saatlerdeki ortalama su seviyesinin belirlenmesi yeterlidir. Bu nedenle her 20 veya 30 dakika aralıklarla okunmuş derinlik ölçülerinin basit aritmetik ortalamasının alınması yeterlidir. Hidrografik amaçlarla tesis edilmiş mareograflar ülke nivelman ağına bağlandığı için mareograf ölçülerine göre ortalama su seviyesinin kotu doğrudan belirlenmiş olmaktadır.



Şekil-2.10 Lyttelton Mareografinin 01/03/2010 tarihindeki günlük gel-git grafiği

Günlük su seviyesi değişimlerinin fazla olmadığı ve gel-git etkisinin fazla hissedilmediği göl vb bölgelerde mareograf okumaları birkaç saat aralıklarla yapılabilir. Ancak gel-git etkisinin görüldüğü bölgelerde su seviyesi bir gün içinde iki kez en yüksek ve en düşük değere ulaştığından, günlük ortalama su seviyesini hesaplamadan önce, mareograf okuması-zaman grafiği (mareograf

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

eğrisi) çizilir veya mareograf kaydedici ise kayıttan alınır, veyahut o bölge için daha önce çizilmiş grafiklerden yararlanılarak sistematik ve kaba hatalı ölçüler belirlenerek ortalama su seviyesi hesabından çıkarılırlar, (Şekil-2.10).

Ülke referans yüzeyi için ortalama deniz seviyesinin belirlenmesinde günlük, aylık hatta yıllık değişimlerinin dikkate alınması gerektiğinden kısa süreli mareograf gözlemleri yeterli olmaz. Bölgenin özelliğine göre 10-50 yıl gibi uzun süreli gözlemlerin ortalamasını almak ve jeofizik düzeltmeler getirmek gereklidir.



Şekil-2.11 Gel-git sırasındaki su seviyeleri

Deniz yükseklikleri arasında farklar bulunduğundan, etrafı denizlerle çevrili ülkelerde nivelman ağının kotlandırılması için, uygun görülen bir mareografin ölçüleri esas alınır. Örneğin Türkiye’de Antalya, Fransa’da Marsilya, Almanya ve bazı kuzey ülkelerinde Amsterdam mareograf istasyonları verileri baz alınmıştır. Ayrıca gel-git hareketleri bazı deniz kıyılarında 10-15 m seviye değişimlerine neden olduğundan bu bölgelerde referans yüzeyi, diğer bir deyişle haritadaki yüksekliklerin başlangıç yüzeyi dolunay ve yeniay arasındaki günlerde görülen minimum su seviyesinin altında seçilir, (Şekil-2.11).

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

Ortalama su (deniz) seviyesinin en yüksek seviye ve en düşük seviye değerleri arasındaki fark, günlük değerlerde 60 cm, aylık değerlerde 50 cm ve yıllık değerlerde 30 cm kadardır.

2.7. Türkiye'deki mareograf istasyonları

Uluslararası Jeodezi Komisyonu, bugüne kadar ortak sıfır noktası konusunda kesin bir karara varamamıştır. Ancak çeşitli Avrupa ülkeleri jeopotansiyel yükseklik hesabı için yükseklik değerlerini Amsterdam Mareograf İstasyonundan almışlardır.



Şekil-2.12 Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Sistemi TUDES'e dahil mareograf istasyonlarının konumları

Türkiye'de ortalama deniz seviyesinin belirlenmesi için yapılan çalışmalar, 1935 yılında Antalya Mareograf İstasyonu'nun kurulması ile başlamıştır. Bundan 1 yıl sonra İzmir/Karşıyaka (1936), 15 yıl sonra İskenderun ve bunu izleyen yıllarda Karadeniz Ereğlisi (1948), İskenderun (1952), Trabzon (1956), Samsun (1961), Bodrum (1967), Edremit, İzmit/Gölcük (1979) ve Mersin'de mareograf istasyonları kurulmuştur, (Şekil-2.12). Başlangıçta Harita Genel Komutanlığı'nca yapılan gözlemler, daha sonra Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaya başlanmıştır. 1984 yılında bu görev, tekrar Harita Genel

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

Komutanlığı'na devredilmiştir. Günümüzde, bu istasyonlardan çok azında gözlem yapılmaktadır. Bunların dışında, Mersin'de Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü'nce tesis edilmiş ve sürekli gözlem yapılan bir mareograf istasyonu vardır.

Harita Genel Komutanlığı tarafından mareograf istasyonlarının birbirine bağlanması sonucunda bazı farklılıklar olduğu gözlenmiştir. 1944 yılı sonlarında normal sıfır noktasının belirlenmesi için Antalya ve İzmir'den gelen yolların kesim noktası olan Afyon çevresi uygun görülmüştür. Ancak, bu gerçekleşmemiştir. Çünkü normal yükseklik noktası için yer seçiminde önemli geçkilerin kesim noktasının seçimi yeterli değildir. Yükseklik değeri üretilen mareografların hemen yanında yeryüzünün, sıfır noktası seçilebilecek bir jeolojik yapıya sahip olması gerekmektedir. Halbuki Antalya traverten bir zemin üzerine kurulmuştur. Böyle bir zeminde sabit nokta seçmek uygun değildir. Bu nedenle Afyon düşünülmüş, ancak mareograf istasyonlarından alınan değerlere göre hassas nivelmanla yükseklik taşındığında 10-20 cm gibi belirgin farklar olduğu gözlenerek vazgeçilmiştir. Uzun yıllar yapılan incelemeler sonucunda Konya Ovası'nın alüvyonel özelliğini yitirdiği ve hiç deprem görmemiş olduğu yüz yıllık makro ve mikro sismik etütlerle belirlenmiştir.

Antalya Mareograf İstasyonu'nun 1936-1958 yılları arasında yıllık ortalama deniz seviyesi ölçülmüş ve sonuç olarak +1,397 m $\pm$ 13,7 mm değerleri belirlenmiştir, (Tablo-2.01).

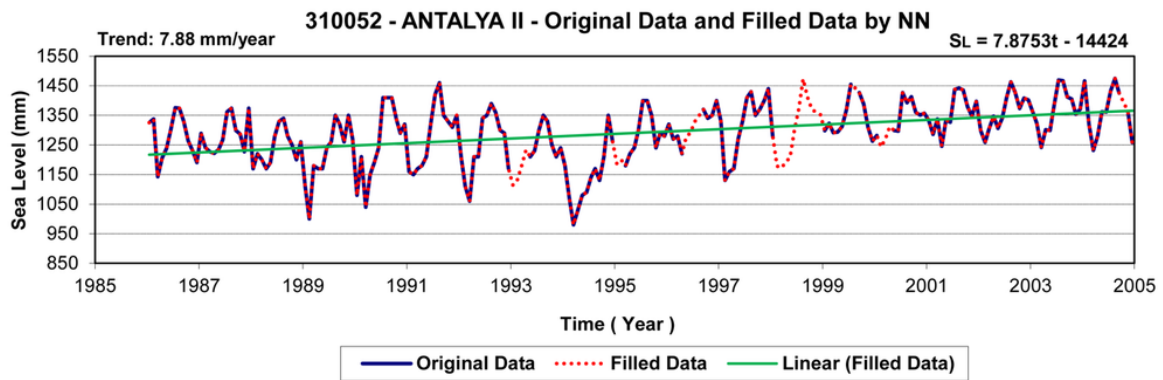
Ülke nivelman ağının yükseklik değerinin belirlenmesi için bölgeye en yakın mareograf istasyonlarının ölçülerinden yararlanılmış, ancak ayrı bölgelerden yükseklik verilmiş ortak noktalarda önemli farklar olduğu görülerek bu uygulamadan da vazgeçilmiştir. Örneğin, mareograf istasyonları arasında bağlantı yapıldığında aşağıdaki farklar elde edilmiştir;

Antalya - İzmir	: -16.8 cm	Antalya - K.Ereğlisi	: -18.3 cm
Antalya - Bandırma	: -7.0 cm	Antalya - Samsun	: -20.1 cm
Antalya - İzmit	: -17.7 cm	Antalya - Mersin	: -9.5 cm
Antalya - Akçakoca	: -17.6 cm	İskenderun – Trabzon	: -30.4 cm

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

Tablo-2.01 Antalya Mareograf istasyonunun 1936-1958 yılları arasındaki ortalama su seviyeleri ve değerlendirilmesi

Yıllar	Yıllık ort. su seviyesi	Hata hesabı		Yıllar	Yıllık ort. su seviyesi	Hata hesabı	
		v (mm)	vv			v (mm)	vv
1936	1,394	+3	9	1951	1,409	-12	144
1937	1,425	-28	784	1952	1,396	+1	1
1938	-	-	-	1953	1,317	+80	6400
1939	1,476	-79	6241	1954	1,269	+128	16384
1940	1,411	-14	196	1955	1,238	+159	25281
1941	1,436	-39	1521	1956	1,414	-17	289
1942	1,404	-7	49	1957	1,451	-54	2916
1943	1,494	-97	9409	1958	1,442	-45	2025
1944	1,425	-28	784	[H _i]=	30,733	[vv]=	83069
1945	1,358	+39	1521	$H = \frac{[H_i]}{n} = \frac{30,733}{22} = 1,397 \text{ m}$ $m_H = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{83069}{22-1}} = \pm 62,9 \text{ mm}$ $M_H = \pm \frac{m_H}{\sqrt{n}} = \pm \frac{62,9}{\sqrt{22}} = \pm 13,7 \text{ mm}$			
1946	1,349	+48	2304				
1947	1,338	+59	3481				
1948	1,402	-5	25				
1949	1,441	-44	1936				
1950	1,434	-37	1369				



Şekil-2.13 Antalya Maeograf istasyonunun 1985-2005 yılları arasındaki ortalama su seviyesi kayıtları

2. Ortalama Su Seviyesinin Belirlenmesi

Mareograf istasyonları arasındaki bu farklardan dolayı ülke nivelman ağına, Doğu Akdeniz Bölgesi hariç, Antalya Mareograf İstasyonu'nun 22 yıllık gözlemlerinin aritmetik ortalaması alınarak ortalama deniz seviyesine göre yükseklik değeri verilmiştir. Ölçülere fiziksel düzeltmeler getirilmediğinden ortalama değerin duyarlılığı beklenenin çok altında kalmıştır.