

DENİZ SEVİYESİ ÖLÇMELERİ VE HARİTA GENEL KOMUTANLIĞINCA İŞLETİLEN MAREOGRAF İSTASYONLARI

Mehmet Ali GÜRDAL

ÖZET

Düşey datum tanımında kullanılan ortalama deniz seviyesinin belirlenmesinde mareograf istasyonlarının jeodezide önemli bir yeri vardır. Son 30 yıldır, deniz seviyesi değerleri düşey yerkabuğu hareketlerinin belirlenmesinde de etkin olarak kullanılmaktadır.

Bu yazıda, Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından Türkiye'de deniz seviyesi belirleme çalışmalarında kullanılan mareograf istasyonlarının kurulması, işletilmesi ve sonuçların yayımlanması konusunda ilk yıllardan günümüze kadar yapılagelen çalışmalar, geleceğe yönelik plânlar ve çalışmalar hakkında özet bilgiler ile deniz seviyesi ölçmeleri hakkında kısa bir bilgi verilmektedir.

ABSTRACT

Tide gauge stations take an important place in geodesy, because that the mean sea level which is playing an important role in vertical datum determination, is calculated by using sea level values obtained from tide gauge stations. Sea level measurements have been used with the aim of determination of vertical crustal motions for the last 30 years.

In this paper are given summarized information related to the studies on installing, operating and maintaining of tide gauge stations used by General Command of Mapping (GCM) with the aim of the sea level researches, studies on the issuing the results, plans for future, and introduction to sea level measurements.

1. GİRİŞ

Deniz seviyesi dünyanın bir çok yerinde 100 yıldan daha fazla bir süredir ölçülmekte olup, son yıllarda daha da önem kazanmaya başlamıştır. Deniz seviyesindeki değişimlerin insanlık için büyük önem taşıdığı açık bir gerçektir. Son yüzyılda, deniz seviyesindeki mutlak yükseliş 10-20 cm civarında olup /8/, mareograf istasyonları verilerinin analizi ile hesaplanan denizlerin global yükseliş trendi ise 0.5 ila 3.0 mm/yıl olarak verilmektedir /4/. Deniz seviyesinin bu yükselişi, okyanuslara kıyısı olan ve özellikle alçak yükselteli ülkelerde (İngiltere, Hollanda, Belçika, Bangladeş vb.) önümüzdeki yüzyıllarda önemli ekonomik ve sosyal sonuçlar doğuracaktır. Ayrıca, kısa sürede ani olarak meteorolojik nedenlerle denizlerin onlarca metre yükselmesi ise ekonomik felaketlere ve can kayıplarına yol açmaktadır. Deniz seviyesi değişimlerinin önceden tahmin edilmesi uzun ve yoğun çalışmalar gerektirdiğinden günümüzde ulusal, bölgesel ve uluslar arası işbirliğine gidilmekte ve küresel boyutta projeler oluşturulmaktadır. Bu nedenle, bu konu UNESCO 'nun bir alt kuruluşu olan Hükümetler arası Okyanus Komisyonu (IOC : Intergovernmental Oceanographic Commission) tarafından uluslar arası boyutta ele alınmakta, Dünya Meteoroloji Organizasyonu gibi üst düzey kuruluşlar ile işbirliği yapılmaktadır.

IOC nezdinde ülkemiz, *Deniz Kuvvetleri Komutanlığı - Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı* tarafından temsil edilmektedir. Öte yandan HGK, IOC tarafından kuruluşu

gerçekleştirilen ve halen faaliyette olan *Küresel Deniz Seviyesi Gözleme Sisteminin* (GLOSS : Global Sea-Level Observing System) Türkiye'deki temas kuruluşudur. Ülkemizdeki deniz seviyesi ölçmeleri, aşağıda sıralanan amaçlara hizmet etmek üzere HGK Jeodezi Dairesi Başkanlığı tarafından yapılmaktadır. ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, 9 Eylül Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi gibi üniversiteler tarafından da araştırma amaçlı deniz seviyesi ölçmeleri yapılmaktadır.

2. DENİZ SEVİYESİ ÖLÇMELERİ

a. Deniz Seviyesi Ölçme Amaçları

Bağıl deniz seviyesi ile uygarlık birbiri ile sıkı bir ilişki içindedir. Deniz seviyesi uygarlığın yönünü, uygarlık da deniz seviyesini etkilemektedir. Günümüzde dünyanın her köşesinde bu ilginç ilişkiye rastlanılmaktadır. Deniz seviyesi yükseldiği zaman yerleşim yerleri karaların içlerine doğru çekilmekte, deniz seviyesi azaldıkça da yerleşimler denizlere doğru kaymaktadır. Deniz baskınları ile ekonomik ve can kayıpları gibi felaketler yaşanmaktadır. Uygarlığın da deniz seviyesi üzerindeki etkisi aynı derecede öneme sahiptir. Uygarlığın sunduğu teknoloji ürünü ozon tabakasını delen gazların açığa çıkışı ile ilişkilendirilen *sera etkisi (greenhouse effect)*, bazı bölgelerde deniz seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Yeraltı sularının, petrol ve doğal gazın yeraltından çıkarılışının kıta içlerinde neden olduğu yerel çöküntüler ile su tüketimi ve nehir kontrolleri özellikle kapalı ve yarıkapalı denizlerdeki seviyeyi etkilemekte, su havzasında önemli değişimlere yol açmaktadır. Deniz seviyesi değerlerinin yerel, bölgesel ve küresel birçok kullanım alanı vardır /5/. Deniz seviyesi ölçülerinin kullanıldığı alanlar ve güncel uygulamalar özet olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir /8/.

- Gel-git analizi
- Deniz seyir ve seferi
- Liman tasarımı
- Topoğrafik ve hidrografik haritaların düşey datumlarının tanımlaması
- Düşey yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesi
- Yerel sahil muhafaza sistemlerinin tasarımı
- Kıyı şeridi yönetimi (management) plânlaması
- Deniz baskınlarına karşı erken uyarı sistemleri
- Tropikal enlemlerde *El Nino* gibi iklim olayları ile doğrudan ilişkisi olan okyanus üst katmanlarındaki ısı dağılımının belirlenmesi (Okyanus üst katmanlarının ısısındaki yüksek düzeydeki artışlar önemli iklim olaylarına neden olmaktadır)
- Yüksek enlemlerde, deniz seviyesi gradyenti ile okyanus akıntıları arasındaki ilişkinin açıklığa kavuşturulması

Öte yandan GEOSAT ve TOPEX/POSEIDON gibi uydu altimetrelerinin kalibrasyonlarında kullanılmaları nedeniyle, deniz seviyesi verilerinin önemi son yıllarda daha da artmıştır /11/.

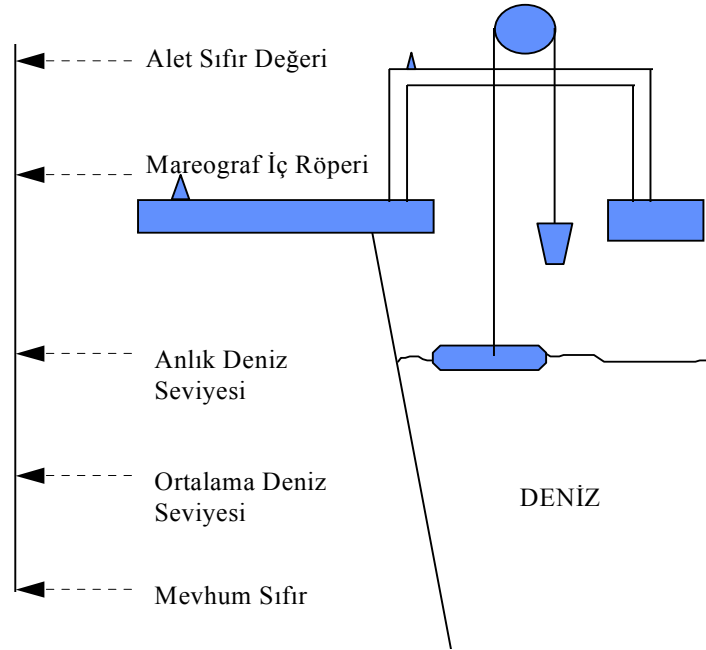
b. Deniz Seviyesi Ölçü Sistem ve Yöntemleri

Deniz seviyesi ve/veya deęişimleri günümüzde;

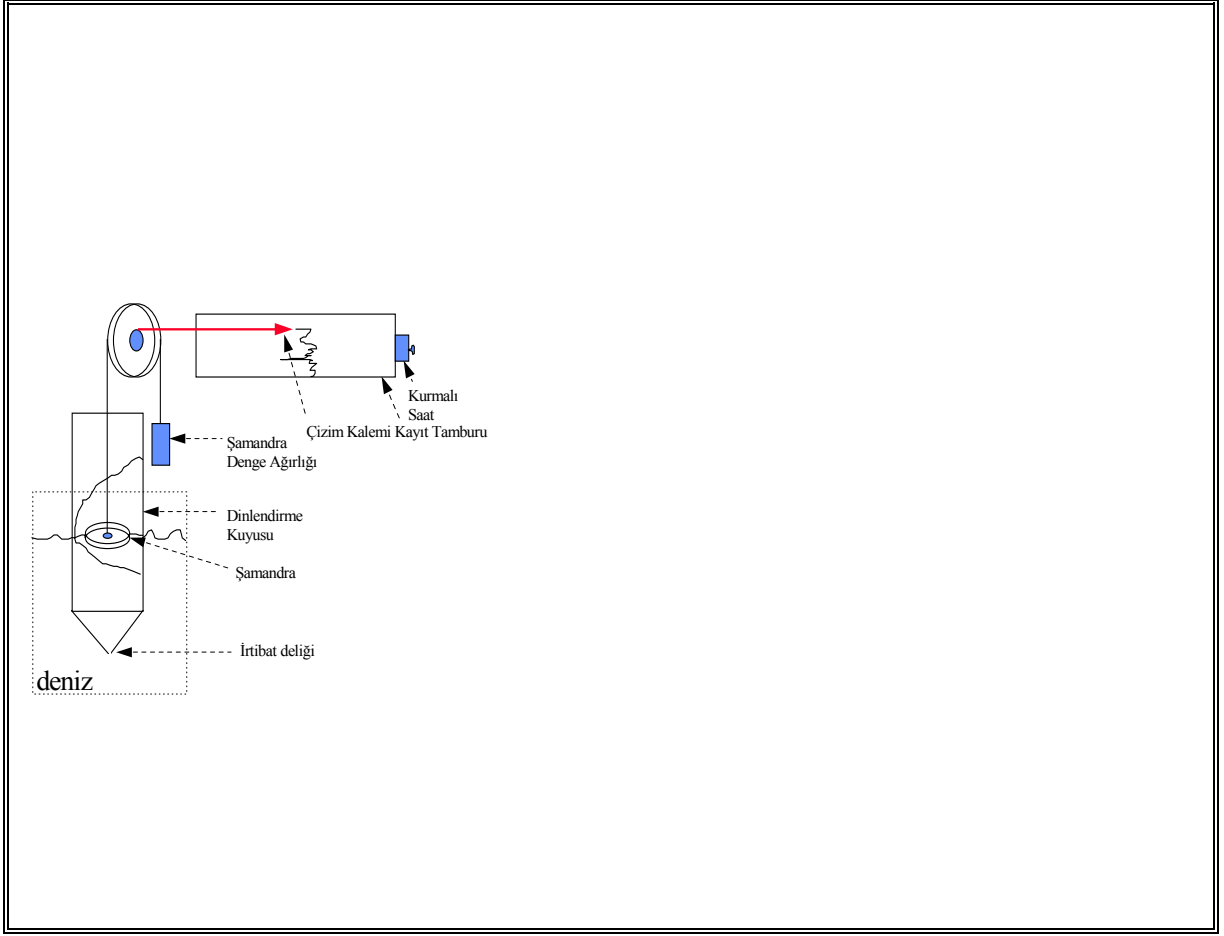
- yersel yöntemler (mira, mareograf istasyonları)
- uydu teknikleri (uydu altimetresi)

kullanılarak belirlenmektedir.

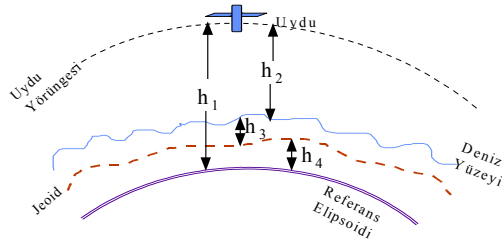
Deniz seviyesi ölçüleri en basit şekilde, deniz kenarında, karadaki sabit bir noktada monte edilen bir mira (*Tide Pole*) ile yapılır. Bu yöntem Eski Mısırlılardan günümüze dek uygulanagelmektedir /5/. Deniz seviyesi ve/veya deniz seviyesi değişimleri biraz daha gelişmiş bir şekilde, deniz kıyısında inşa edilen mareograf istasyonlarında, sabit bir noktaya göre ölçülür (Şekil-1; Şekil-2). Seksenli yıllardan sonra uydu altimetresi kullanılarak, global olarak deniz seviyesi ve/veya deniz seviyesi değişimleri ölçülmektedir. Bu yöntemde, uydunun konumu bilindiğinde, referans elipsoid ile anlık deniz (veya okyanus) seviyesi arasındaki uzaklık farkı ($h_1 - h_2$) hesaplanmaktadır (Şekil-3). Uydu altimetresi dolaylı olarak da, potansiyel katsayı modelleri ile hesaplanan jeoid yükseklikleri (h_4) kullanılarak, literatürde *deniz yüzeyi topoğrafyası*, *deniz yüzeyi dinamik topoğrafyası*, *deniz yüzeyi yüksekliği*, *dinamik topoğrafya*, *deniz yüzeyi yükseklik anomalisi* gibi isimlerle bilinen jeoid ile anlık deniz yüzeyi arasındaki uzaklığın (h_3) belirlenmesi için kullanılmaktadır /6/.



Şekil-1: Mareograf istasyonlarında deniz seviyesi ölçmesi ve sistemin geometrisi



Şekil-2: Dinlendirme kuyulu ve şamandıralı mareograf istasyonu sistemi



Şekil - 3: Uydu altimetresi ile deniz seviyesi ölçmeleri

Mareograf istasyonlarında kullanılan sistemler sürekli bir gelişme göstermektedir. Bunlardan *dinlendirme kuyulu ve şamandıralı sistemler* (Şekil-1 ve Şekil-2), hemen hemen tüm ülkelerde yıllarca standart olarak kullanılmış olup, halen de kullanılmaktadır. Bu sistemlere ek olarak, son yıllarda iki yeni sistem kullanılmaya başlanmıştır: *hava kabarcıklı sistem* (ya da *basınçlı sistem*) ve *akustik sistem*. Bu iki sistem hakkında ayrıntılı bilgiler /10/ da verilmektedir. Mareograf istasyonların inşaatı, işletilmesi ve bakımı ayrıntılı olarak /9/ da,

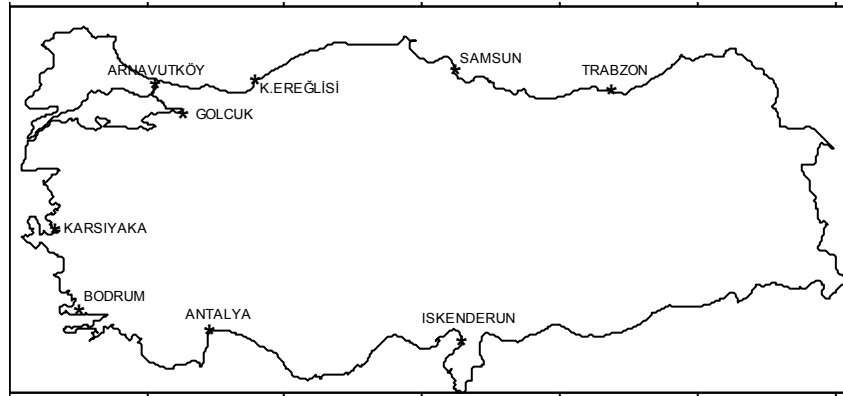
kısmen de HGK mareograf istasyonları işletme talimatında /2/ verilmektedir. HGK mareograf istasyonlarında ise dinlendirme kuyulu ve şamandıralı analog mareograf sistemleri kullanılmaktadır. Uydu altimetresine ilişkin ayrıntılı bilgiler ise /5/, /6/ da verilmektedir.

3. TÜRKİYE'DE DENİZ SEVİYESİ ÖLÇMELERİ

Türkiye'de deniz seviyesi ile ilgili ölçüm ve araştırmalar; 1922-1983 yılları birinci dönem; 1985 sonrası ikinci dönem olmak üzere iki grupta toplanabilir.

a. 1922-1983 Yılları Birinci Dönem Çalışmaları

Türkiye'de deniz seviyesi belirleme çalışmaları, ilk kez Fransa Ulusal Coğrafya Enstitüsü (IGN:L'Institut Géographique National) tarafından, 1922 yılında **İskenderun**'da bir istasyonunun kurulması ile başlatılmış, ölçülere ise ancak 1927 yılında başlanmış ve 1934 yılına kadar devam edilmiştir. Daha sonra 1934 yılında İstanbul Kandilli Rasathanesi tarafından **Arnavutköy**'de bir mareograf istasyonu kurulmuş, ancak şu anda faaliyetleri durmuştur. Türkiye'de Ulusal Düşey Kontrol Ağının (TUDKA) kurulması çalışmalarının başlatılması üzerine, özellikle düşey datumun tanımlanmasında kullanılmak üzere (ortalama deniz seviyesi belirleme amacı ile) HGK tarafından, 1935 yılında **Antalya**'da bir mareograf istasyonu kurulmuştur. Bu adım deniz seviyesi izleme ağının ilk basamağını oluşturmuş, daha sonra, HGK tarafından 1937 yılında bu kez **Karşıyaka/İzmir** 'de bir mareograf istasyonu kurulmuştur. Aynı yıl mareograf istasyonlarının kurulması ve işletilmesi görevi Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne devredilmiştir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından, 1948 yılında **Karadeniz Ereğlisi**, 1952 yılında **İskenderun**, 1956 yılında **Trabzon**, 1961 yılında **Samsun**, 1967 yılında da **Bodrum** ve son olarak 1981 yılında **Gölcük** mareograf istasyonları kurulmuştur. Bu dönemde faaliyette olan istasyonların çalışma süresi, kayıt ve kullanılan alet türleri Tablo-1'de, mareograf istasyonlarının dağılımı Şekil-4' de gösterilmektedir.



Şekil-4: Birinci dönemde işletilen mareograf istasyonları

Tablo-1: Birinci dönemde faaliyette olan istasyonlara ait bilgiler

| No | İstasyon Adı | İlk Kayıt | Son Kayıt | Açıklamalar |
|----|--------------|------------|------------|--|
| 1 | ANTALYA | 09.01.1935 | 30.05.1977 | İstasyon tek kuyulu. Alet: Fevak S.A. Neuchatel İsviçre. Nivelman bağlantıları mevcut. Kayıtlar: Haftalık ve günlük. |
| 2 | KARŞIYAKA | 05.07.1936 | 13.12.1977 | İstasyon iki kuyulu. Alet: R.Fuess Almanya. İstasyon tahrip. Nivelman bağlantıları mevcut. Kayıtlar: Haftalık ve günlük. |
| 3 | K.EREĞLİ | 01.03.1948 | 28.03.1976 | İstasyon iki kuyulu. Alet: R.Fuess Almanya. İstasyon tahrip. Nivelman bağlantıları yok. Kayıtlar: Günlük. |
| 4 | İSKENDERUN | 28.04.1952 | 31.12.1965 | İstasyon üç kuyulu. Alet: R.Fuess Almanya. İstasyon tahrip. Nivelman bağlantıları yok. Kayıtlar: Haftalık ve günlük. |
| 5 | TRABZON | 15.05.1956 | 24.11.1976 | İstasyon tek kuyulu (pik boru). Alet: R.Fuess Almanya. İstasyon tahrip. Nivelman bağlantıları mevcut. Kayıtlar: Günlük. |
| 6 | SAMSUN | 05.04.1961 | 28.11.1983 | İstasyon iki kuyulu. Alet: R.Fuess Almanya. İstasyon sağlam. Nivelman bağlantıları mevcut. Kayıtlar: Haftalık ve günlük. |
| 7 | BODRUM | 01.05.1967 | 31.12.1979 | İstasyon iki kuyulu. Alet: R.Fuess Almanya. İstasyon tahrip. Nivelman bağlantıları yok. Kayıtlar: Haftalık ve günlük. |

Antalya, Karşıyaka Mareograf İstasyonlarının 1935-1983 yılları deniz seviyesine ilişkin özet değerleri ile Samsun Mareograf İstasyonunun 1961-1983 yıllarına ilişkin deniz seviyesi özet değerleri (aylık en yüksek, en düşük seviye ile aylık ortalama değerleri ile ilgili açıklamalar) Türkçe ve İngilizce olarak HGK tarafından 1991 yılında yayımlanan bir kitapçıkta kullanıcıların yararına sunulmuştur /1/.

Birinci dönemde faaliyet gösteren istasyonlarda elde edilen ölçüler dikkate alınarak, istasyonlarda kaydedilen en yüksek ve en düşük deniz seviyesi değerleri arasındaki farklar hesaplanmış olup bu farklar Tablo-2'de gösterilmektedir. Birinci dönemde faaliyet gösteren istasyonlarda yapılan deniz seviyesi gözlemlerine hiçbir düzeltme getirilmemiş ve deniz seviyesi ölçülerine paralel olarak hiçbir oşinografik ve meteorolojik parametrenin ölçümü yapılmamıştır. Tablo-2'de verilen İskenderun mareograf istasyonundaki farkın bu denli büyük olması, yerel meteorolojik etkenlerin deniz seviyesini büyük ölçüde etkilemesinden ileri geldiği şeklinde değerlendirilmektedir.

Tablo-2: Birinci dönemde faaliyette olan istasyonlara ait en yüksek deniz seviyesi farkları

| İSTASYON | FARK (m.) |
|------------|-----------|
| Karşıyaka | 1.440 |
| Antalya | 1.349 |
| Trabzon | 0.850 |
| İskenderun | 1.810 |
| Samsun | 0.920 |

Antalya mareograf istasyonu deniz seviyesi ölçülerine dayalı olarak hesaplanan *ortalama deniz seviyesi değeri*, şu anda ülkemizde kullanılmakta olan yükseklik sisteminin (Normal Ortometrik Yükseklik) başlangıç yüzeyi (datumu) olarak kullanılmaktadır.

b. 1985 Sonrası İkinci Dönem Çalışmaları

Mareograf istasyonlarının kurulması ve işletilmesi görevi 1983 yılında tekrar HGK' na verilmesi üzerine, HGK tarafından yapılan inceleme sonucu, önceden mevcut olan tüm istasyonların yerine Antalya, Bodrum, Menteş/İzmir ve Erdek/Balıkesir'de olmak üzere toplam dört adet mareograf istasyonunun kurulması kararlaştırılmış ve 1983 yılında **Erdek** (Şekil-5), 1984 yılında da **Antalya** (Şekil-6), **Bodrum** (Şekil-7) ve **Menteş/İzmir** (Şekil-8) mareograf istasyonları inşa edilmiş ve 1985 yılında da ölçülere başlanmıştır. Söz konusu istasyonların konumları Şekil-9' da, istasyonların konumları ile mareograf sisteminin geometrik değerleri Tablo-3'de gösterilmektedir.

Şekil-5: Erdek Mareograf İstasyonu

İkinci dönemdeki istasyonlar iki kuyulu olup, yatık tipte grafik kayıt cihazları ile haftalık kayıt alınmaktadır. Deniz seviyesi ölçülerine ek olarak, istasyonlarda, hergün bir kez U.T.(Universal Time) 08:00 saatinde, atmosfer ve deniz suyu sıcaklığı ile atmosfer basıncı ölçülmekte ve datum kontrolü yapılmaktadır. İstasyonlardaki kayıtlar her ayın sonunda düzenli olarak HGK'na gönderilmektedir. Saatlik deniz seviyesi değerleri, 1995 yılına kadar, istasyonlardan gönderilen kayıtların bir operatör tarafından elle sayısallaştırılması ile belirlenmiştir. Elle sayısallaştırmanın getirdiği olumsuzlukların giderilmesi amacıyla 1995 yılından itibaren, diyagramlar bilgisayar kontrollü bir sayısallaştırıcı ile sayısallaştırılmakta, saatlik ortalama değerleri uygun interpolasyon yöntemleri ile hesaplanmaktadır.

Şekil-6: Antalya Mareograf İstasyonu

Mareograf istasyonu röper noktalarındaki düşey hareketlerin saptanması amacıyla, her istasyon civarında ülke düşey kontrol ağındaki noktalarından bir kısmının da katılımıyla oluşturulan bir kontrol ağı tesis edilmiş olup, kontrol ölçüleri (geometrik nivelman) belirli periyotlarla düzenli olarak gerçekleştirilmektedir.

Şekil-7: Bodrum Mareograf İstasyonu

Şekil-8: Menteş Mareograf İstasyonu



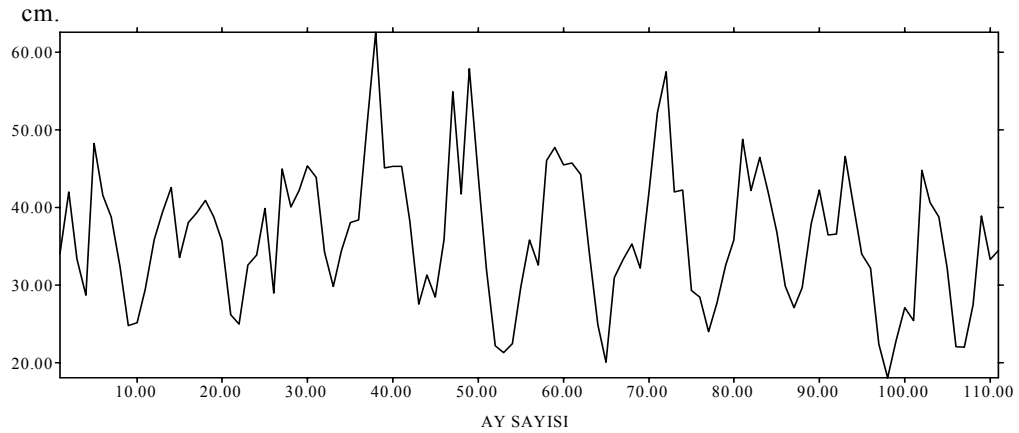
Şekil-9: 1985 sonrası ikinci dönemde faaliyet gösteren mareograf istasyonları

Tablo-3’de, $\Delta\zeta$: *Alet Sıfırı ile Kuyu Ağız Röperi* (bazen *mareograf iç röperi*) arasındaki dik uzaklık, Ξ ise *mevhum sıfır değeridir*. Mevhum sıfır (*Chart Datum*), alet sıfırından itibaren ölçülen ve en düşük *astronomik gel-git seviyesi* altında olacak şekilde deniz içerisinde düşünel olarak seçilen bir başlangıç yüzeyi olup, her istasyon için ayrı ayrı belirlenir. HGK mareograf istasyonlarında, mevhum sıfır seviyesi üzerindeki deniz seviyesi değerleri çizgisel olarak diyagramlar üzerine kaydedilmektedir. İstendiğinde, bu değerler yardımıyla civardaki bir röper noktasına göre deniz seviyesi değerleri hesaplanabilmektedir.

Tablo-3: Mareograf istasyonlarının konum bilgileri ve mareograf aletlerinin geometrik değerleri

| MAREOGRAF İSTASYONU | ENLEM | BOYLAM | $\Delta\zeta$ (m) | Ξ (m) |
|---------------------|---------|---------|-------------------|-----------|
| Antalya | 36° 50' | 30° 37' | 0.887 | 2.52 |
| Bodrum | 37° 02' | 27° 25' | 0.867 | 3.475 |
| Menteş | 38° 26' | 26° 43' | 0.648 | 3.442 |
| Erdek | 40° 23' | 27° 51' | 0.802 | 3.363 |

Mareograf istasyonlarına ait ölçü ve hesaplamalar her yılın sonunda bir kitapçık halinde yayımlanmaktadır. 1995 yılında TOGA (Tropical Ocean Global Atmosphere) Deniz Seviyesi Merkezinden (TDSM), deniz seviyesi ölçülerinin değerlendirilmesi ve analizi amacıyla kullanılan TDSM yazılımı temin edilmiş ve bilimsel anlamda değerlendirme ve analizler yapılmaya başlanmıştır. Antalya Mareograf İstasyonda 1985 yılından günümüze kadar yapılan deniz seviyesi ölçüleri TDSM yazılımı ile değerlendirilmiş olup, Eylül 1985-Aralık 1995 döneminde yapılan deniz seviyesi ölçülerinden hesaplanan aylık ortalama değerler grafik olarak Şekil-10' da verilmektedir. Diğer üç istasyona ait ölçülerin de aynı yazılımla değerlendirilme işlemi devam etmekte olup, şu ana kadar sadece 1995-96 yılı ölçülerinin değerlendirilmesi tamamlanmış, önceki yıllara ait ölçülerin değerlendirilmesi çalışmalarına halen devam edilmektedir.



Şekil - 10: Antalya Mareograf İstasyonunda, mareograf kuyu ağız röperine göre 1985-1995 yılları aylık ortalama değerleri

1996 yılında yapılan bir çalışma ile, Antalya mareograf istasyonundaki 11 yıla ait ölçülerin TDSM yazılımı ile hesaplanan aylık ortalama değerleri kullanılarak, En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile trend analizi yapılmıştır. Dengelemenin fonksiyonel modeli, (1) nolu eşitlikte gösterilen *Fourier serileri* yardımıyla oluşturulmuştur; bir aydan fazla periyotlu gel-git bileşenlerine ait katsayılar bilinmeyen olarak seçilerek yapılan dengeleme sonrasında, uyuşumsuz ölçü testleri uygulanmış, uyuşumsuz bulunan ölçüler ölçü kümesinden çıkarılmıştır.

$$MSL(t_i) = Z_0 + a.t_i + \sum_{j=1}^5 H_j \cos(\omega_j.t_i - \phi_j)$$

(1)

Burada, MSL (t_i) : t_i ayındaki ortalama deniz seviyesi.
t_i : t₀ ' dan itibaren geçen ay sayısı (i=1,2,...,122).
a : Aylık trent (cm/ay)
Z₀ : t₀ epogunda ortalama deniz seviyesi
H : Harmonik bileşenin genliği (amplitüd)
ω : Harmonik bileşenin frekansı
φ : Harmonik bileşenin fazı
j : Serideki gel-git bileşen sayısıdır (j=1,2,3,4,5)(Periyotları sırayla 3.57629 yıl, 12 ay, 6 ay, 4 ay ve 3 ay)
t₀ : Başlangıç epogu (Kasım 1985)

dur.

Dengeleme sonrası birim ağırlıklı ölçünün standart sapması ± 3.40 cm; Z₀, 38.32±0.778 cm; trent, a, 0.03097±0.00989 cm/ay olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre deniz seviyesinin yükseldiği anlaşılmaktadır. Burada hesaplanan trendin, /3/ de 4.8 mm/yıl olarak verilen trent ve /4/ de ortalama olarak verilen 0.5-3.0 mm/yıl trent ile uyduğu değerlendirilmektedir. Antalya yöresinin üzerinde bulunduğu plakanın bir çöküş sürecinde olması, Antalya Mareograf İstasyonu deniz seviyesi değerleri ile hesaplanan trendin bu derece fazla çıkmasına neden olduğu değerlendirilmektedir /3/.

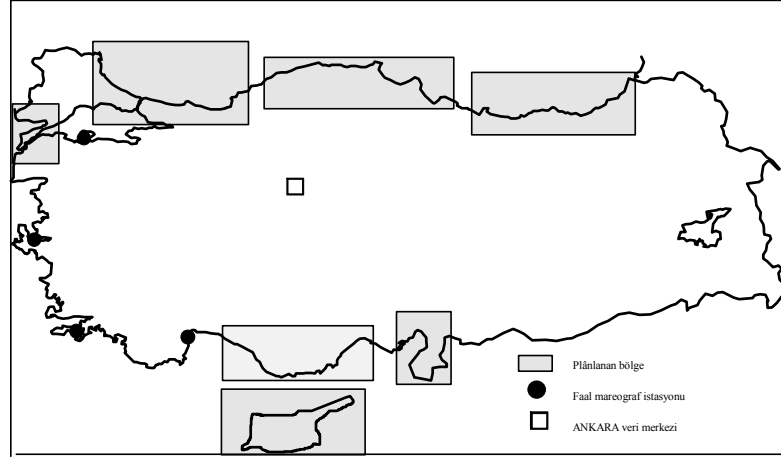
Birinci dönemde faaliyette olan mareograf istasyonlarına ait grafik kayıtların sayısallaştırılmasına halen devam edilmektedir. Sayısallaştırma işlemi tamamlandığında, Türkiye kıyılarındaki deniz seviyesi değişimlerinin analizi ve seküler değişimlerin belirlenmesi çalışması daha kapsamlı yapılabilecektir.

4. PLÂNLANAN ÇALIŞMALAR

Türkiye'nin tektonik yapısı ve oşinografik etkiler gözönüne alındığında, mevcut dört mareograf istasyonundan oluşan ağın uygun dağılımı sağlamadığı değerlendirilmektedir. Bu nedenle uygun dağılımı sağlayacak şekilde yeni mareograf istasyonlarının faaliyete geçirilmesi plânlanmıştır. Mevcut mareograf istasyonları ve yeni kurulması düşünülen mareograf istasyonlarının koordineli çalıştırılması amacıyla Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi İzleme Ağı (TUDES) projesi oluşturulmuştur. TUDES 'te mevcut dört mareograf istasyona ek olarak Türkiye kıyılarında muhtemelen altı, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde ise iki adet yeni mareograf istasyonunun kurulması hedeflenmektedir. TUDES'e dahil Doğu Akdeniz, Doğu - Batı Karadeniz'de birer adet mareograf istasyonunun 1998 yılında öncelikle kurulması gerekli görülmektedir. TUDES'e dahil olabilecek mareograf istasyonlarının plânlanan yerleri Şekil-11' de görülmektedir.

HGK tarafından, yerkağı hareketlerinin neden olduğu etkilerin deniz seviyesi değişimlerinde dikkate alınması, mareograf istasyonlarının konumlarının ortak bir yersel referans sisteminde belirlenmesi gibi amaçlarla, mareograf istasyonları yakınındaki röper

noktalarında periyodik GPS ve mutlak gravite gözlemlerinin yapılması plânlanmıştır. Bu plân çerçevesinde mevcut dört mareograf istasyonunda günümüze kadar, 1991-1995-1997 yıllarında üç periyot GPS ölçüsü; 1996 yılında ilk periyot mutlak gravite ölçüsü (ikinci periyot 1999 yılında plânlı) gerçekleştirilmiştir.



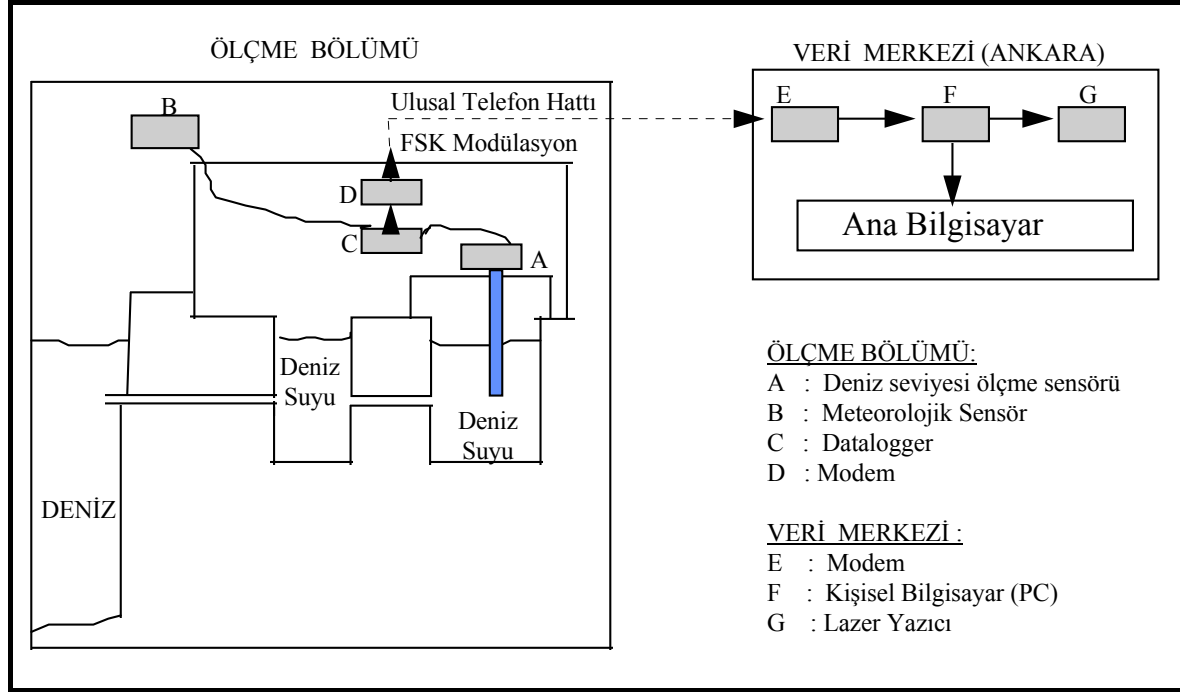
Şekil - 11: Türkiye Ulusal Deniz Seviyesi (TUDES) İzleme Ağı Projesi

Yeni bir mareograf istasyonu kurulması; öncelikle uygun koşulların sağlandığı yerde istasyon binasının inşaatını, daha sonra da istasyona yeni donanımın yerleştirilmesini kapsamaktadır. TUDES projesi kapsamında yeni istasyon binaları için yeni bir tip proje öngörülmüştür. Öte yandan TUDES'e dahil olacak yeni istasyonlarda kullanılacak ölçü aletlerinin modern teknoloji ürünü olması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca, dinlendirme kuyulu ve şamandıralı sistemler için /9/ da verilen bir çok hatadan kaçınmak ve mevcut istasyonlardaki 1850 yıllarının teknolojisi olan /7/ eskiyen sistemlerin modernizasyonu için çalışmalar başlatılmıştır. Bu amaçla, önce Erdek Mareograf İstasyonu olmak üzere sırayla diğer istasyonlardaki aletlerin modern donanımlarla değiştirilmesi için satın alma işlemleri başlatılmıştır. Satın alınması plânlanan sistemde, deniz kıyısındaki ölçme bölümünde hava sıcaklığı, bağıl nem, hava basıncı, rüzgâr yön ve şiddeti gibi meteorolojik parametreler ile deniz suyu tuzluluğu ve yoğunluğu gibi oşinografik parametreler sensörler yardımıyla ölçülecek, veri depolaması ve aktarılması için bir datalogger ve bir modem bulunacaktır. Ankara'daki veri merkezinde ise bir kişisel bilgisayar, bir adet modem, bir lazer yazıcı olacak ve kişisel bilgisayarın internet ve ana bilgisayara bağlantıları yapılacaktır. Ölçme bölümündeki veriler belirli periyotlarda telefon hatları üzerinden modemler yardımıyla veri merkezine aktarılacaktır. Satın alınacak modern sistemin konfigürasyonu Şekil-12' de verilmektedir. Böylece verilerin en yüksek seviyede yarar sağlayacak şekilde kullanımı söz konusu olacaktır.

5. SONUÇLAR

Deniz seviyesi ölçülerinde süreklilik prensibi esastır. Ölçülerde herhangi bir nedenle olacak kesikliğin telafisi zordur. Önümüzdeki yıllarda deniz seviyesi ölçülerine yoğun olarak ihtiyaç duyulacağı değerlendirilmekte olduğundan, ölçülerin kaliteli ve eksiksiz olarak gerçekleştirilmesi önem kazanmaktadır. HGK tarafından işletilmekte olan mareograf

istasyonları bugün olduğu gibi gelecekte de çeşitli bilimler tarafından ihtiyaç duyulan bilgileri sağlamaya devam edecektir. HGK sürdürmekte olduğu bu tür çalışmalar ile kullanıcılara övgüye layık bir hizmet sağlamış olup, bu önemli hizmeti sürdürmeye aksatmadan devam etmelidir.



Şekil - 12: Modern mareograf istasyonu sistem konfigürasyonu

HGK tarafından halen dört mareograf istasyonunda 1985 yılından bu yana gerçekleştirilen deniz seviyesi ölçülerine ait sonuçlar, her yıl periyodik olarak bültenler halinde yurt içi ve yurt dışındaki kullanıcıların yararına sunulmaktadır.

Deniz seviyesi grafik kayıtlarının (diyagram) insan eliyle (manuel) sayısallaştırılması sonucu ortaya çıkan hataların önüne geçmek amacıyla, Jeodezi Dairesi Başkanlığı tarafından 1996 yılında başlatılan bir çalışma ile, tüm diyagramların HGK Bilgi Sistem Destek Dairesinde (BSDD) bulunan Data General MV 4000 Bilgisayarına bağlı Calcomp 9100 (DGMV 4000 - C9100) ve Genius 1812D sayısallaştırıcısında sayısallaştırılmasına başlanmıştır.

Deniz seviyesi ölçülerinin daha güvenilir ve daha hızlı elde edilebilmesi ve değerlendirilmesi amaçlarıyla mevcut dört mareograf istasyonundaki eski sistemlerin günümüz teknolojisi ürünü modern sistemler ile değiştirilmesi çalışmaları halen devam etmektedir.

Deniz seviyesi ölçülerinin bilimsel anlamdaki analizlerinin yapılması ve TUDES Ağının hayata geçirilebilmesi için üniversite, diğer kurum ve kuruluşlarla işbirliğinin gerekli olduğu ve uluslar arası projelere katılmanın yararlı olduğu değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- /1/ **HGK** : Türkiye'de 1935-1983 Yılları Arasında Faaliyette Bulunan Mareograf İstasyonları Hakkında Özet Bilgiler ve Antalya, Karşıyaka/İzmir, Samsun Mareograf İstasyonlarına Ait Deniz Seviyesi Aylık Ortalamaları. HGK. Ankara. 1991.
- /2/ **HGK** : Jeodezi Dairesi Başkanlığı Mareograf İstasyonları İşletme Talimatı. HGK Matbaası. Ankara.1992.
- /3/ **Hekimoğlu,Ş., Ayhan,M.E., Demir,C., Şanlı,D.,Kahveci,M.** : Türkiye Ulusal Düşey Datum Belirleme Projesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu. İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü. Yayın No. 16. İstanbul .1996.
- /4/ **Pirazzoli,P.A.** : Sea-Level Changes : The Last 20 000 Years.John Wiley and Sons. Chichester - NewYork - Brisban - Toronto -Singapore. 1996
- /5/ **Pugh,D.** : Tides, Surges and Mean Sea Level: *A Handbook for Engineers and Scientists*. Chichester: John Wiley.1987
- /6/ **Rapp, R.H.** : Geoid Definition and Estimation for Oceanographic Applications. *Proceedings of Int.Symp. on Marine Positioning (INSMAP 1994)*. University of Hannover, Hannover, Germany. September 19-23,1994.
- /7/ **Scherer,W.D.** : National Ocean System's New Generation Water Level Measurement System. *IOC Task Team on the Global Sea-Level Observing System (GLOSS)*. Second Session. IOC-Reports of Meetings of Experts and Equivalent Bodies. Annex V. Honolulu,USA,19-23 October 1987. UNESCO.
- /8/ **Tolkatchev,A.** : Global Sea Level Observing System (GLOSS). *Marine Geodesy*. Vol.19, No.1. Sayfa : 21-62. 1996.
- /9/ **UNESCO,IOC** : Manual on Sea Level Measurement and Interpretation. IOC, Manuals and Guides. Vol. I - Basic Procedures, No.14. UNESCO. 1984.
- /10/ **UNESCO,IOC** : Manual on Sea Level Measurement and Interpretation. IOC, Manuals and Guides. Vol. II - Emerging Technologies, No. 14. UNESCO. 1994.
- /11/ **Wyrтки,K.** : TOGA Sea Level Center. *IOC Task Team on the Global Sea-Level Observing System (GLOSS)*. Second Session. IOC- Reports of Meetings of Experts and Equivalent Bodies. Annex XIII. Honolulu,USA,19-23 October 1987. UNESCO.