

# TÜRKİYE YÜKSEKLİK SİSTEMİNİN MODERNİZASYONU

Ali Türkezer<sup>1</sup>, Mehmet Simav<sup>1</sup>, Erdiñç Sezen<sup>1</sup>, Ahmet Direñç<sup>1</sup>, Mustafa Kurt<sup>1</sup>, Onur Lenk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Harita Genel Komutanlığı, Jeodezi Dairesi Başkanlığı, 06100, Dikimevi, Ankara, ali.turkezer@hgk.msb.gov.tr

<sup>2</sup>Harita Genel Komutanlığı, Teknik Hizmetler Başkanlığı, 06100, Dikimevi, Ankara, onur.lenk@hgk.msb.gov.tr

## ÖZET

*Türkiye Yükseklik Sisteminin oluşturulması çalışmaları, 1 Haziran 1935’de Harita Genel Komutanlığı bünyesinde Nivelman Şubesinin kurulmasıyla başlamıştır. Aynı yıl içinde Antalya mareograf (deniz seviyesi ölçer) istasyonu kurulmuş, ilk nivelman ölçüleri 1935-1936 yıllarında Antalya-Dinar arasında gerçekleştirilmiştir. Ana kara yolları boyunca oluşturulan noktalarla birinci periyot nivelman ölçüleri 1970 yılına kadar tamamlanmıştır. Altyapı çalışmalarıyla tahrip olan hatların yenilenmesi için 1972-1991 yılları arasında ikinci periyot nivelman ölçüleri gerçekleştirilmiştir. Yeniden ölçülen hatların ikinci ve ölçülmemiş hatların birinci periyot ölçüleri jeopotansiyel sayılarla dengelenerek Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı (TUDKA-92) oluşturulmuştur. TUDKA-92’de referans yüzeyi olarak Antalya Mareograf İstasyonunun 1936-1971 yılları arasındaki ortalama deniz seviyesi alınmıştır. TUDKA-92’de uyumsuz çıkan hatların yenilenmesiyle, aynı başlangıca göre TUDKA-99 oluşturulmuştur.*

*Ülke yükseklik sistemini oluşturan nivelman hatları tabiatı gereği karayolları boyunca tesis edilen nivelman noktalarından oluşmaktadır. Bu noktalar yolların genişlemesi ve yapılaşma nedeniyle fiziksel olarak sürekli bir tahribata maruz kalmaktadır. Ayrıca tahrip olmasalar bile tektonik yerkaşuğu hareketleri nedeniyle yükseklikleri değişmektedir. Türkiye’de 2003 sonrasında başlayan duble yol çalışmaları nedeniyle ülke nivelman ağıının özellikle birinci derece hatlarının %80 oranında tahrip olduğu değerlendirilmektedir. Bu sorunun giderilebilmesi için ülke yükseklik sistemimizin modernizasyonuna; yirmibirinci yüzyılın gereklerine uygun güncel, güvenilir, hızlı, ve zamana bağılı bir yükseklik sisteminin oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır.*

*Anahtar Sözcükler: Ortometrik Yükseklik, Nivelman, Datum*

## ABSTRACT

### MODERNIZATION OF HEIGHT SYSTEM IN TURKEY

*Studies concerning the establishment of the Turkish Height System had been started in 1 June 1935 when the Levelling Branch was set up in General Command of Mapping. Within the same year Antalya tide gauge (sea level measurement) station was installed and the first spirit leveling measurements were carried out between Antalya-Dinar in 1935-1936. The first period spirit leveling measurements between the benchmarks on the main roads were completed till 1970. In order to renew the destructed lines due to the infrastructure works, second period leveling measurements were conducted during 1972-1991. Afterwards Turkish National Vertical Control Network (TUDKA-92) was established by the adjustment of the geopotential numbers calculated from the most recent leveling observations of the first and second period campaigns. The reference surface for TUDKA-92 was defined as the arithmetic mean of the Antalya tide gauge sea level observations of 1936-1971. TUDKA-99 on the same reference surface was established after the re-measurements of the leveling lines that were accepted as outliers in TUDKA-92 adjustment.*

*The leveling lines constituting the national height system are in nature comprised of benchmarks located along the main roads. These marks are inevitably exposed to destruction due to the road enlargement and urban construction activities. Moreover, due to the crustal movements, their vertical coordinates are changing steadily. It is considered that 80% of the benchmarks of the first order national leveling network are destroyed especially due to the double road projects started after 2003 in Turkey. National height system modernization including an up-to-date, reliable, time dependent height system meeting the requirements of the 21<sup>st</sup> century is needed to overcome these problems.*

*Keywords: Orthometric Height, Leveling, Datum*

## 1. GİRİŞ

Türkiye’de Düşey Kontrol (Nivelman) Ağı ile ilgili çalışmalar 1935 yılında Antalya mareograf (deniz seviyesi ölçer) istasyonunun kurulması ile başlamıştır (Demir ve Cingöz, 2002; Gönenç, 1937). İlk nivelman ölçüleri 1935-1936 yıllarında Antalya-Dinar arasında gerçekleştirilmiştir. Bir süre ara verilen nivelman çalışmaları 1944 yılında tekrar başlamıştır (Soydan, Z., 1953). Nivelman hatları mümkün olduğunca deniz kıyısına ulaştırılarak mareograf istasyonlarına bağlantı sağlanmıştır. Yükseklikler 1952 yılı sonuna kadar Antalya ve İskenderun mareograf noktaları başlangıç (mebde) alınarak üretilmiştir. Bu tarihten sonra deniz kıyısındaki mareograflardan nivelmanla getirilen yüksekliklerin ortalaması alınarak ülkenin ortasında bir başlangıç noktası (Normal Rakım Noktası:NRN) oluşturulmuş ve yükseklikler memleket rakım noktası (NRN)’na göre üretilmeye başlanmıştır (Soydan, 1953). Nivelman ağıında yapılan ölçülere sadece ortometrik düzeltme getirilmiş, ağı dengelemesi yapılmamıştır (Ateş, 1958). TUDKA oluşturuluncaya kadar NRN’ye dayalı normal ortometrik yükseklikler kullanılmıştır.

Dinar-Afyon arasındaki ölçülerle 1944 yılında hız kazanan nivelman çalışmalarıyla ana karayolları boyunca oluşturulan 158 adet I'nci derece (19800 km.) ve 87 adet II'nci derece (8900 km.) geometrik nivelman geçkisinin ölçüleri 1970 yılına kadar tamamlanmıştır. Gravite ağı ile ilgili çalışmalar 1956 yılında başladığından 1970 yılına kadar düşey kontrol ağı noktalarında gravite ölçülemediği (Ayhan ve Demir, 1992). Türkiye'de gravite kestirimi konusunda yapılan çalışmalarda 8 ayrı test alanında yapılan uygulamalar neticesinde standart Bouguer faktörüne (0,1119) yakın deneysel katsayıların hesaplanması (0,1148) ve Helmert ortometrik yüksekliklerinin tanımında standart Bouguer faktörünün kullanılması nedeniyle Türkiye için Helmert ortometrik yüksekliklerinin kullanılması önerilmiştir (Ayhan ve Alp, 1988).

İkinci periyot geometrik nivelman ölçüleri 1973-1991 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda, altyapı faaliyetleri nedeniyle tahrip olan 151 adet I'nci derece (18560 km.), 35 adet II'nci derece (3370 km.) nivelman geçkisi yenilenmiş, 2 yeni II'nci derece nivelman geçkisi tesis edilmiştir (Ayhan ve Demir, 1992). 1985-1992 yılları arasında yapılan çalışmalarla, 1973-1991 yılları arasında ölçüsü yenilenen 151 adet I'nci derece, 35 adet II'nci derece geçki ile yenilenmeyen ancak 1970 öncesinde invar mira ile ölçülen 5 I'nci derece geçki, ölçülen gravite değerleri ile birlikte değerlendirilerek Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı-1992 (TUDKA-92) oluşturulmuştur. Dengelemede Antalya mareograf istasyonunun 1936-1971 yılları arasındaki ortalama deniz seviyesi datum referans yüzeyi olarak alınmıştır. Dengeleme sonrası istatistik analizlerinde 3 geçkinin (23, 67B, 555) uyumsuz olduğu görülmüş ve değerlendirme dışı bırakılmıştır (Ayhan ve Demir, 1992). Jeopotansiyel sayı farklarının dengelemesiyle oluşturulan TUDKA-92, Türkiye'de Helmert ortometrik yüksekliklerinin kullanımının önünü açmıştır. Bu yükseklikler 2003 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır (Demir, 2005). Resmî Gazete'de 15 Temmuz 2005'te yayınlanan Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğiyle Helmert ortometrik yükseklikleri resmî olarak kullanıma girmiştir.

TUDKA-92'de uyumsuz bulunan üç geçkiden iki tanesi sonraki yıllarda yeniden ölçülmüştür. Ayrıca 1993 yılında dört eski ve iki yeni olmak üzere altı adet II'nci derece geçki ölçüsü yapılmıştır. Diğer taraftan daha önce değerlendirme dışı bırakılan 52 adet eski II'nci derece geçkiden 44'ünün ağa bağlantısı gerçekleştirilmiş ve bu noktaların tamamında gravite değerleri prediksyonla kestirilmiştir. 8 adet eski II'nci derece geçkinin ise ağa bağlantısı gerçekleştirilememiştir. Yukarıda belirtilen yenileme ve ağa yeni geçkilerin ilavesi sonrasında ağ aynı referans yüzeyine (Antalya ortalama deniz seviyesi) göre yeniden dengelenerek TUDKA-99 oluşturulmuştur. Bu değerlendirmeye 1970 yılından sonra yeniden ölçülen 151 adet I'nci derece ve 41 adet II'nci derece ile 1970'den önce ölçülen 7 adet I'nci derece ve 44 adet II'nci derece geçki olmak üzere toplam 243 adet I ve II'nci derece geçki (25680 nokta) dahil edilmiştir (Demir ve Cingöz, 2002). İki periyotta ölçüsü olan geçkilerin sadece ikinci periyot ölçüleri dengelemeye dahil edilmiştir.

## 2. TÜRKİYE ULUSAL DÜŞEY KONTROL AĞININ MEVCUT DURUMU:

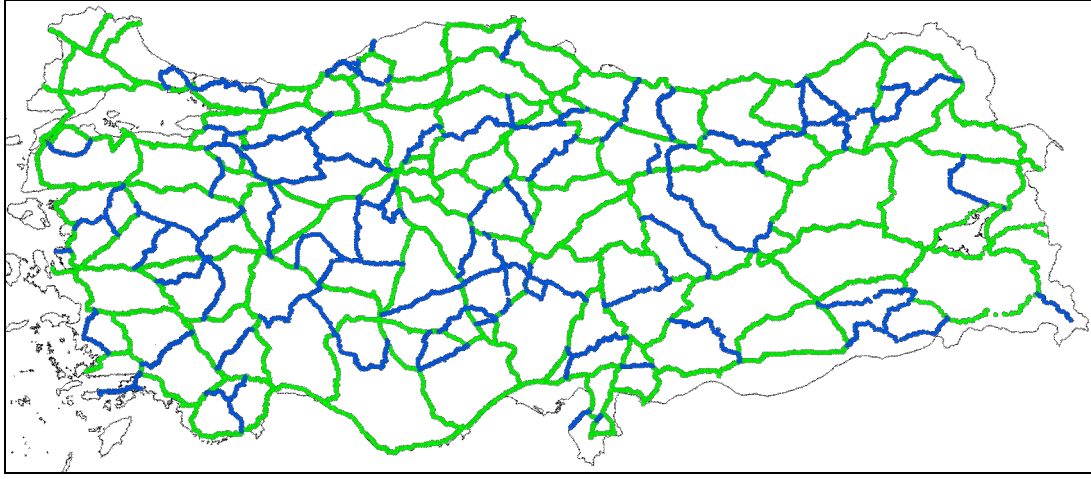
Bir jeodezik ağın gerçekleşimi, bu ağda belli sayıda noktanın değerlerinin hesaplanması ile sağlanır. TUDKA-99'un gerçekleşimi yaklaşık 26.000 nivelman noktası ile sağlanmıştır. Fakat yeryüzünde tesis edilen bu noktalar, gerek yapılaşma ve yol genişletme çalışmaları nedeniyle tahrip olmaları, gerekse yer kabuğu hareketleri sonucu yüksekliklerinin değişmesi nedeniyle her geçen gün kullanılamaz hale gelmektedir.

Yüksekliğin taşınması olarak da ifade edilebilen nivelman ölçüleri tabiatı gereği karayollarını takiben icra edilmektedir. Nivelman noktalarının uzun süre yaşayabilmesi için nokta yerleri bazı esaslara göre seçilmektedir. Özellikle gömülü olarak tesis edilen noktalar ihtiyaç duyulduğunda bulunabilmeleri için röper olarak alınabilecek yol yapılarına (köprü, menfez, durak vb.) yakın olarak yerleştirilmişlerdir. Bu ise yol genişletme çalışmalarında nivelman noktalarının genişleyen yol altında kalması nedeniyle bir daha bulunamaması ve kullanılamamasına neden olmaktadır. Türkiye'de ikinci periyot nivelman ölçülerine başlanılmasının temel gerekçesi yapılaşma nedeniyle hatların tahrip olması ve yenilenmesi ihtiyacıdır. Yollardaki özellikle genişletme çalışmaları nedeniyle, gömülü noktalar tahrip olmasalar bile yolun altında kaldığından ve röperleri kaybolduğundan bir daha bulunamamaktadır. Yer noktalarına ilave olarak açıkta inşa edilen duvar noktaları da bilinçli/bilinçsiz olarak tahrip edilmektedir. Harita Genel Komutanlığınca 2000-2006 yılları arasında gerçekleştirilen nivelman çalışmaları esnasında yapılan nokta keşiflerinde, nivelman ağında yaklaşık %49 oranında bir tahribat olduğu tespit edilmiştir (Tablo-1). Bunun yanında ülkemizde 2004 yılında başlayan yoğun bir çift yol yapım çalışması devam etmektedir. Söz konusu çalışmaların nivelman hatlarında (Şekil-1) tahribata yol açmasının kaçınılmaz bir gerçek olduğu değerlendirilmektedir.

Tablo-1: 2000-2006 Yılları Arasında Gerçekleştirilen Nivelman Çalışmalarında Tespit Edilen Nokta Tahribat Oranları

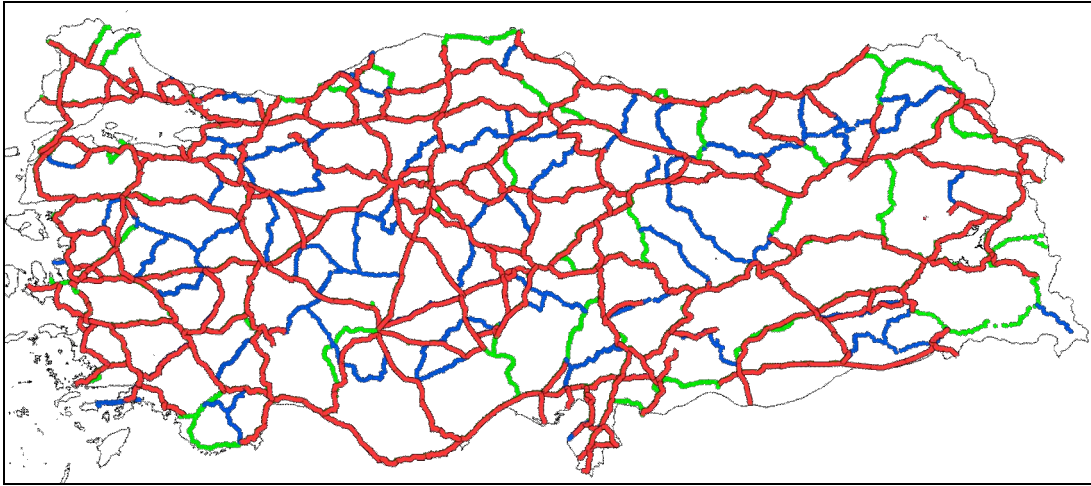
ÖLÇÜM YILI	HATTIN DERECESESİ	HATTIN NUMARASI	KEŞFİ YAPILAN NOKTA SAYISI	TAHRİP NOKTA SAYISI	TAHRİBAT ORANI (%)
2000	I	4-A	50	20	40.0
		4-B	142	68	47.9
		5	159	94	59.1
		11-1	28	14	50.0
		31A	124	64	51.6
		31B	75	50	66.7
		121	31	17	54.8
		133	135	50	37.0
	134	96	32	33.3	
	II	508	51	27	52.9
		511	161	54	33.5
		574	146	47	32.2
		575	48	26	54.2
		576	18	7	38.9
2003	I	15	14	10	71.4
		22	52	23	44.2
		23	34	11	32.4
		25	45	32	71.1
		44	208	81	38.9
	II	519	11	9	81.8
		520	33	26	78.8
2004	I	48B	45	23	51.1
		49	54	33	61.1
		80	71	34	47.9
		81	79	41	51.9
		82	53	15	28.3
	II	563	34	10	29.4
2006	I	7-1	34	20	58.8
		67B-1	88	55	62.5
		68A	89	57	64.0
		132	13	6	46.2
	II	555-2	55	27	49.1
		562	68	65	95.6
TOPLAM			2360	1160	49.2

Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM)'nden temin edilen ve 2009 yılı sonu itibariyle Türkiye'de yol genişletme çalışması gerçekleştirilmiş veya gerçekleştirilmekte olan yollara ait bilgiler TUDKA hatları ile karşılaştırılmış ve Şekil-2'de verilen sonuç harita elde edilmiştir. Haritadan da anlaşılacağı üzere ülkemizde sadece yol genişletme çalışmaları nedeniyle ülke nivelman ağındaki tahribat gün geçtikçe artmaktadır.



— Birinci Derece Nivelman Hatları  
— İkinci Derece Nivelman Hatları

Şekil -1: Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı – 1999



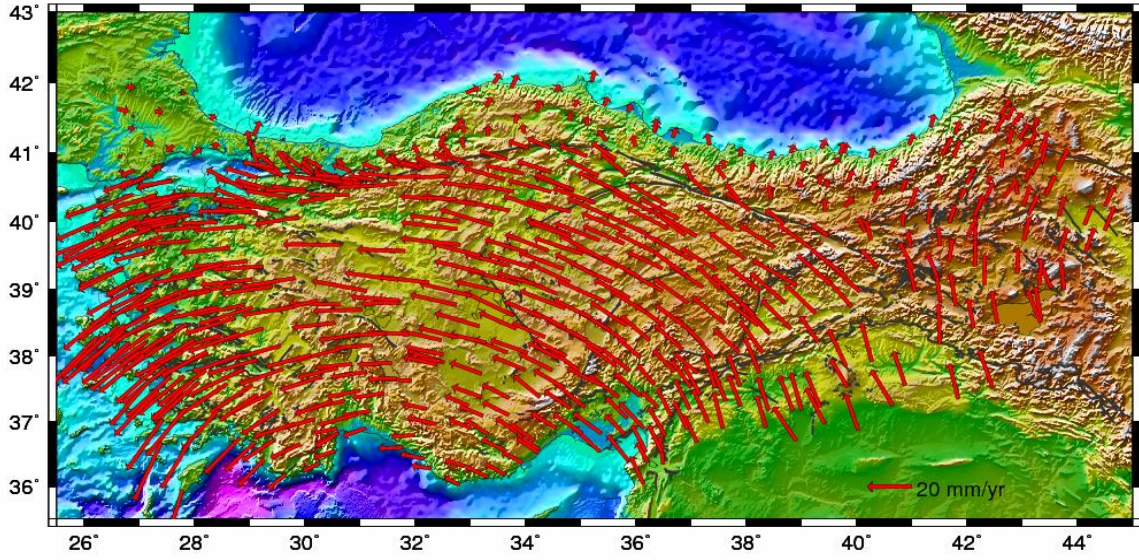
— Yol Genişletme Çalışmaları

Şekil-2: Türkiye Ulusal Düşey Kontrol Ağı - 1999 ve 2009 Yılı Sonu İtibariyle Yol Genişletme Çalışmaları

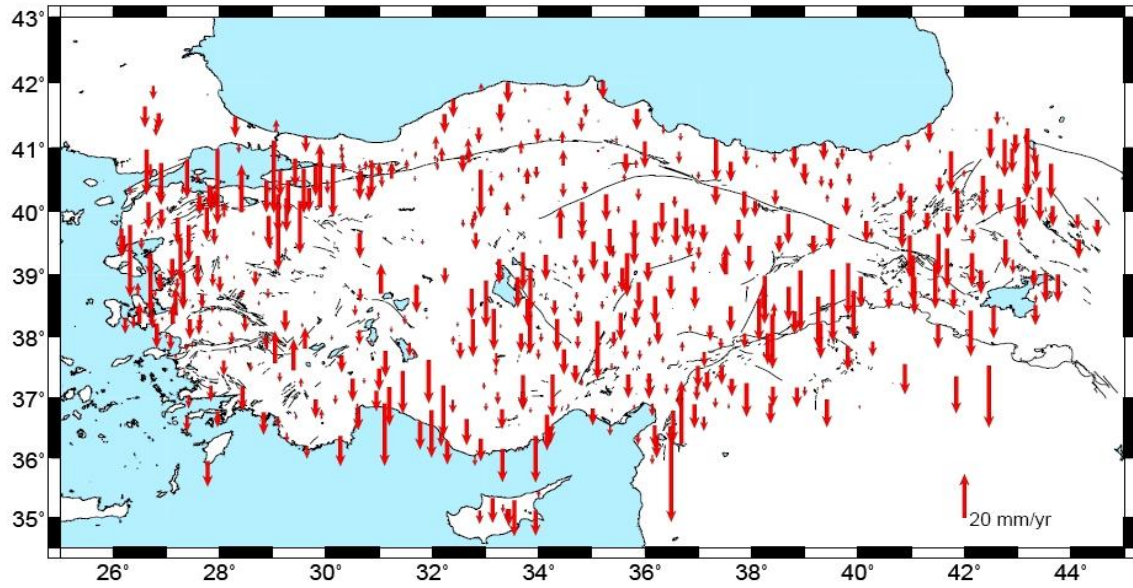
Nivelman nokta koordinatlarının 1:25.000 ölçekli haritalardan yaklaşık olarak belirlenmesi nedeniyle yol projeleriyle nivelman noktalarının örtüşme durumu incelenerek nokta bazında detaylı tahribat raporu çıkarılamamıştır. Fakat çift yol çalışmaları nedeniyle nivelman ağına özellikle birinci derece hatların %80 oranında tahrip olduğu değerlendirilmektedir.

Nivelman ağına tahribata neden olan ikinci faktör ise yerkabuğu hareketleridir. Ülkemizin tektonik olarak üç ana plaka (Avrasya, Anadolu ve Arap) üzerinde yer alması ve plakaların birbirlerine göre farklı yönlerde hareket etmesi; hem ana plakaların birleşme yerlerinde hem de plakaların içinde farklı yönlerde intersismik hareketlere neden olmaktadır. Bunun sonucunda yatay koordinat değişiminin yanında noktalar düşey yönde de hareket etmektedir. Ülkemizde GPS ile belirlenen yatay ve düşey yöndeki intersismik hızlar Şekil-3 ve Şekil-4'te verilmiştir (Aktuğ vd., 2011). GPS tekniğinin düşey yöndeki doğruluğu az olmakla birlikte, Şekil-4'den anlaşılacağı gibi Türkiye'de düşey yönde yıllık ortalama 2 cm'lik bir hareket görülmektedir. Nivelman noktalarının kontrolü (doğruluğu) genelde en yakın iki nokta arasında yapılan ölçülerle değerlendirildiğinden, aradaki rölatif değişim küçük olacağından noktaların sağlam olduğuna kanaat getirilmektedir. Fakat ülke boyutundaki çalışmalarda (Örn. gravimetrik jeoit ile GPS/Nivelman jeoidi arasında yapılan dönüşümde) nivelman noktalarında oluşan bu yer değişimlerin hatalara sebep olacağı değerlendirilmektedir. Bu çalışmalarda nivelman nokta yükseklikleri (TUTGA-99) değişmez kabul edilmektedir.

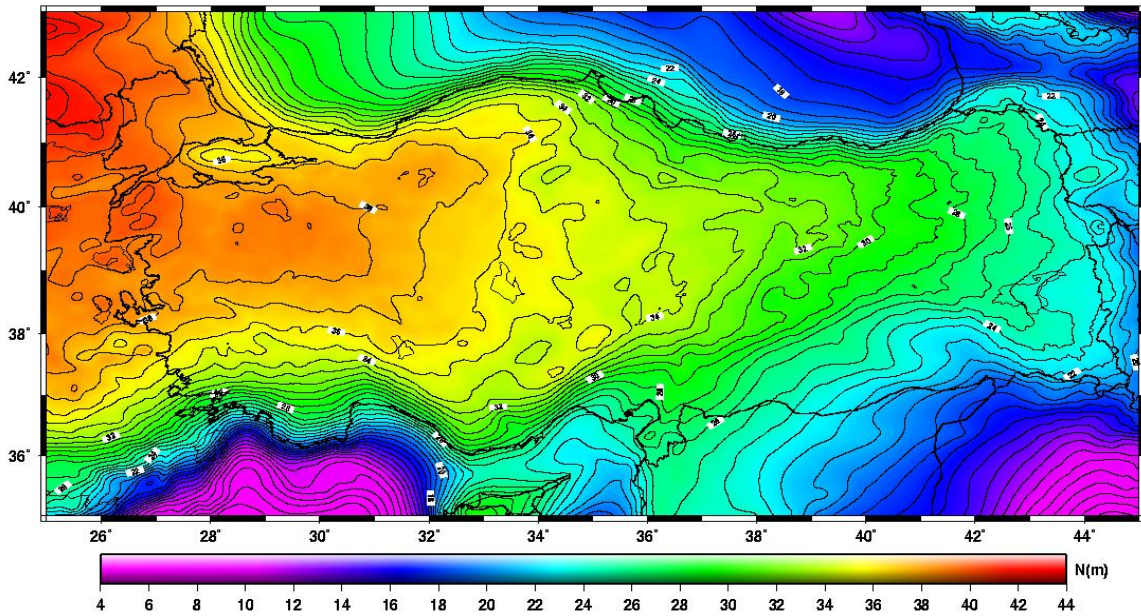




Şekil-3: Türkiye Yatay Hız Alanı (Avrasya Sabit Plakasına Göre)



Şekil-4: Türkiye Düşey Hız Alanı (Avrasya Sabit Plakasına Göre)



Şekil-5: Türkiye Hibrid Jeoidi (THG-09)

İzmit ve Düzce'de 1999'da meydana gelen depremler sonrasında depremin etkilediği değerlendirilen bazı nivelman hatlarında yenileme ölçüleri yapılmıştır. Deprem öncesi ve sonrası yüksekliklerin karşılaştırılmasında -52,7 ile +28,8 cm arasında değişen yer değiştirmeler belirlenmiştir (Demir ve Cingöz, 2002).

Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliğine göre Türkiye'de nokta yükseklikleri Harita Genel Komutanlığınca hesaplanan jeoit modellerinden kestirilen jeoit yükseklikleri ile GPS gözlemlerinden elde edilen elipsoit yükseklikleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Fakat jeoit modelimizin (Şekil-5) yeterli mutlak doğruluğa sahip olmaması nedeniyle (~10 cm) (Kılıçoğlu, 2005; Kılıçoğlu, 2009), sıklaştırma yapılan alandaki nivelman noktalarının yükseklikleriyle bölgesel olarak kontrol edilerek düzeltilmektedir. Bu nedenle her durumda jeoidin kontrolü için yapılan bölgede sağlam nivelman noktası bulma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu ihtiyacın ortadan kaldırılabilmesi için jeoidin doğruluğunun  $\pm 2$  cm'nin altına düşürülmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak; ülke nivelman ağı yol genişletme çalışmaları sonucunda yüksek oranda tahrip olmuştur. Noktalar sağlam olsa bile deprem ve intersismik hareketler nedeniyle yüksekliklerinde önemli değişimler meydana gelmiştir. Türkiye Jeoit Modelinin doğruluğu yeterli seviyede olmadığından, büyük ölçekli çalışmalarda jeoit modeli doğrudan kullanılamamakta, bölgesel olarak iyileştirilmesi gerekmektedir. Gelinen durum itibarıyla ülke nivelman ağının jeodezik çalışmalara cevap vermekte zorlandığı görülmekte, ulusal yükseklik sistemine dair bir modernizasyon çalışması başlatılmasına ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmektedir.

### 3. TÜRKİYE YÜKSEKLİK SİSTEMİNİN MODERNİZASYONU:

Yükseklik sistemi modernizasyonu konsepti; ulusal ölçekte yeni bir düşey referans sistemi tanımı (jeoit potansiyeli, uzunluk ve zaman birimleri, yükseklik sistemi, gelgit sistemi, vb.), bu sistemin güncel teknolojiler ile gerçekleşimi (GNSS/Nivelman/Gravite/Mareograf ağı, jeoit modeli vb.), eski sistemle ve diğer bölgesel/global sistemlerle arasındaki ilişkinin kurulması (dönüşüm parametreleri), sistemin zamana bağlı değişiminin izlenmesi (kinematik yükseklik sistemi) gibi konuları içeren geniş bir kavramdır. Bu konseptin uygulamaya dönüştürülebilmesi için yukarıdaki teknik konular hakkında ayrıntılı bilgiler içeren, üzerinde mutabakata varılmış yazılı bir dokümanın (konvansiyon) oluşturulması veya daha önce oluşturulmuş bir konvansiyonun (örneğin; Avrupa Düşey Referans Sistemi (EVRS) Tanım ve Gerçekleşim Konvansiyonu (Ihde vd., 2008)) kabul edilmesi gerekmektedir.

Ulusal düşey referans sistemi tanımı, dönüşüm parametreleri, kinematik yükseklik sistemi gibi konular bir yana bırakıldığında, modernizasyonun en fazla zaman, maliyet ve emek gerektiren kısmı sistemin gerçekleşimi olacaktır. Bu konuda karşımıza üç farklı yaklaşım çıkmaktadır:

(1) Birinci yaklaşım; mevcut düşey datum ve yükseklik sisteminin muhafaza edilmesi, nivelman ağının komple yeniden ölçülmesi,

(2) İkinci yaklaşım; mevcut düşey datum ve yükseklik sisteminin muhafaza edilmesi, yeni yöntem ve verilerle gravimetrik jeoidin iyileştirilmesi, nivelman ağının bazı hatlarının yenilenmesi, GNSS/Nivelman noktaları vasıtasıyla mevcut düşey datuma dönüşümün sağlanması,

(3) Üçüncü yaklaşım; yeni yöntem ve verilerle gravimetrik jeoidin iyileştirilmesi, yükseklik sisteminin başlangıcı olarak ortalama deniz seviyesinden vazgeçilerek gravimetrik jeoidin başlangıç yüzeyi olarak kullanılmasıdır.

Birinci yaklaşım yükseklik sisteminin başlangıcı olarak Antalya ortalama deniz seviyesinin kullanılmaya devam edilmesi ve ülke yükseklik sistemine ait tüm nivelman hatlarının yeniden tesisi ve ölçümüdür. Diğer bir ifade ile hâlen jeoidin bölgesel olarak iyileştirilmesi için ihtiyaç duyulan eksik nivelman noktalarının tamamlanmasıdır. Bu seçenekte jeoidin iyileştirilmesi ikinci plandadır. Fakat hibrid jeoide dönüşüm için homojen ve tutarlı GPS/Nivelman noktası sağlaması nedeniyle jeoidin iyileştirilmesine dolaylı bir katkı da sağlayacaktır. Düşey datum değiştirilmediğinden eski yüksekliklerle bir tutarsızlık olmayacaktır. Bu seçeneğin dezavantajı ise nokta tesisi ve nivelman ölçüsünün zor, zaman alıcı ve maliyetinin yüksek olmasıdır. Nivelman ağının büyük bir kısmını yenileme konseptine dayalı bir modernizasyon projesi hâlen Almanya'da uygulanmaktadır. Tasarım ve uygulama süreci yaklaşık 10 yıl ve maliyeti 20 milyon Avro'ya yaklaşan projenin 2011 yılında tamamlanması hedeflenmektedir (Simav vd., 2010).

İkinci yaklaşım yeni gravite ölçüleri ve yöntemleri ile gravimetrik jeoidin iyileştirilmesi ve hibrid jeoide dönüşümü sağlayacak bazı nivelman hatlarının yenilenmesidir. Bu seçenekte jeoidin iyileştirilmesi ana konudur. İyileştirme mevcut gravite veri kütüğünün yersel veya havadan (uçaktan) gravite ölçüleriyle iyileştirilmesiyle mümkün olabilecektir. Nivelman ölçümü az olacağından birinci seçeneğe göre maliyetinin düşük olması beklenmektedir. Bu seçenekle yine aynı referans yüzeyi kullanılacağından (eski yükseklik sistemine bağlı kalınacağından) eski yüksekliklerle uyumsuzluk meydana gelmeyecektir.

Üçüncü yaklaşımın ikinciden farkı sadece jeoidin iyileştirilmesini ihtiva etmesidir. Bu yaklaşımda nivelman ölçüsü yapılmayacaktır. Fakat yükseklik sisteminin datumu Antalya ortalama deniz seviyesi yerine jeoit olacağından eski yüksekliklerle arasında yaklaşık 1 m'lik bir fark meydana gelecektir. Eski yüksekliklerle yaratacağı tutarsızlığın yanında bu seçeneğe karar vermeden önce jeoidin  $\pm 1-2$  cm doğruluğa eriştiğinden emin olunması gerekmektedir. Nivelman yapılmayacağından jeoidin kararlardaki kontrolü mümkün olamayacaktır. Ayrıca jeoidin hesabına doğrudan etki eden hesaplama ve yer kabuğunun fiziksel yapısına ilişkin modeller ile gravite ölçüm (uydu ve yersel) yöntemlerindeki gelişmeler nedeniyle, gelecekte hesaplanacak her yeni jeoit modelinde teorik olarak referans yüzeyinin değişmesi söz konusu olacaktır. Havadan gravite ölçüleriyle jeoidin iyileştirilmesi ve düşey datum olarak alınmasını öngören bir proje ABD Ulusal Jeodezi Kurumu (NGS) tarafından başlatılmıştır. Yaklaşık 38,5 Milyon dolarlık projenin 2018 yılında bitirilmesi planlanmaktadır (URL 1).

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Ülke yükseklik sistemini oluşturan nivelman ağının %80'inin tahrip olduğu değerlendirilmektedir. Mevcut jeoidimizin doğruluğu yeterli seviyede ( $\pm 1-2$  cm.) olmadığından GPS ile yükseklik üretimi konusunda sıkıntı yaşanmakta ve ülkemiz için bir zafiyet ortaya çıkmaktadır. Bu sıkıntının giderilebilmesi için yeni ve zamanla değişimi izlenebilen bir yükseklik sisteminin oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Türkiye yükseklik sisteminin modernizasyonu kapsamında üç seçenek ortaya çıkmaktadır. Bunlar; tüm nivelman hatlarının yenilenmesi, jeoidin iyileştirilerek bazı nivelman hatlarının yenilenmesi veya sadece jeoidin iyileştirilerek düşey datum olarak kullanılmasıdır. Bu seçeneklerin fayda ve mahsurları ile ilave seçeneklerin, Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği bünyesindeki Türkiye Ulusal Jeodezi Komisyonunca düzenlenecek ana teması "Türkiye Yükseklik Sisteminin Modernizasyonu" olan bir Çalıştayda tartışılması planlanmaktadır.

#### KAYNAKLAR

Aktuğ B., Sezer S., Özdemir S., Lenk O., Kılıçoğlu A., 2011. *Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı Güncel Koordinat ve Hızlarının Hesaplanması*, Harita Dergisi, sayı: 145, sayfa: 1-13.

Ateş, T., 1958. *Harita, Tarihçesi ve Türkiye'de Harita İşleri*, Harita Dergisi NATO Özel Sayısı,

Ayhan M.E., Demir C., 1992. *Türkiye Ulusal Düşey Kontrol (Nivelman) Ağı-1992 (TUDKA-92)*, Harita Dergisi, Sayı 109.

Ayhan M.E., Alp O., 1988. *Serbest Hava Anomali Kestirim Yöntemleri ve Yöntemlerin Karşılaştırılması*, Harita Dergisi, sayı:101.

Demir C., Cingöz A., 2002. *Türkiye Ulusal Düşey Kontrol (Nivelman) Ağı-1999 (TUDKA-99)*, TUJK 2002 yılı Bilimsel Toplantısı, Tektonik ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 10-12 Ekim 2002, İznik.

Demir C., 2005. *Düşey Datumun Belirlenmesi ve Uygulamada Kullanımı*, TUJK 2005 yılı Bilimsel Toplantısı, Jeoid ve Düşey Datum Çalıştayı, 22-24 Eylül 2005, Trabzon.

Gönenç M.C., 1937. *Mareoğraf Tesislerimiz ve Nivelman İşlerimiz*, Harita Dergisi, sayı: 14.

Ihde J., Sacher M., Makinen J., 2008. *Conventions for the Definition and Realization of a European Vertical Reference System (EVRS)-EVRS Conventions 2007*, Draft Report, BKG, Germany.

Kılıçoğlu A., 2005. *Yeni Türkiye Jeoidi (TG-03)'nin Hesabında Kullanılan Ölçüler ve Yöntemler*, TUJK 2005 yılı Bilimsel Toplantısı, Jeoid ve Düşey Datum Çalıştayı, 22-24 Eylül 2005, Trabzon.

Kılıçoğlu A., 2009. *Türkiye Hibrid Jeoidi 2009 (THG-09)*, İç Rapor, Jeodezi Dairesi Başkanlığı, 2009, Ankara.

Simav M., Sezen E., Çöpoğlu S., 2010. *Avrupa Ülkelerinde Düşey Datum ve Yükseklik Sistemleri (INFRA IND/STUD 33671) AB-TAİEX Çalışma Ziyareti*, Görev Sonuç İç Raporu, Jeodezi Dairesi Başkanlığı, 2010, Ankara.

Soydan, Z. (1953). Nivelman İşlerimize Umumi Bir Bakış, Harita Dergisi Sayı:46, Ankara.

URL 1, GRAV-D Projesi, <http://www.ngs.noaa.gov/GRAV-D>, 01 Mart 2011.