

NİVELMAN NOKTALARINA YERÇEKİMİ DEĞERLERİNİN VERİLMESİ ÜZERİNE BİR ETÜD

Telif : Jeomorfoloğ
İlter KAHYAOĞLU

Türkiye'de I. Derece Nivelman çalışmalarına 1935 yılında Antalya Ma-reograf İstasyonunun açılması ile birlikte başlanmış ve bu tarihten itibaren bu güne kadar uzunluğu 22 540 Km. ye varan I. Derece Nivelman Şebekesi tesis edilmiştir. II. Derece Nivelman çalışmalarının uzunluğu ise 4000 Km. yi bulmuştur. Bu şebekelerin tesisi içinde yaklaşık olarak 12 000 nivelman röperinin inşa edilmiş olduğu söylenebilir.

Nivelman ölçülerinin başlaması ile birlikte alınan bir kararla ölçülen bütün yükseklik farklarına $r = -C.h.\Delta\varphi$ bağıntısı ile gösterilen bir "Teorik Yerçekimi Düzeltmesi" getirilmiştir. İşte bu düzeltme ile değiştirilmiş yükseklikler de bu güne kadar Ortometrik Yükseklik adı ile anılmışlardır. Bu bağıntı içinde :

h = İki nokta arasındaki rakımların ortalaması.

$\Delta\varphi$ = Noktalar arasındaki derece cinsinden arz farkı.

$-C$ = Arz derecesine bağlı olan sabit bir katsayı.

Ancak bu bağıntıdan da anlaşılacağı üzere, geoid üzerindeki kütlelerin mevcut olmadığını ve bütün yer küresi üzerinde yalnız normal yer çekiminin geçerli bulunduğunu kabul etmemiz gerekmektedir. O halde bu bağıntıyı "Ortometrik Yükseklik" olarak adlandırmamız mümkün olmaz. Ortometrik Yüksekliklerin hesaplanması için türlü düşünürler tarafından ortaya atılan çeşitli hipotez ve teorilerdeki ortak nokta bu yüksekliklerin hesabında, nivelman noktalarının bulunduğu yerlerde yerçekimi ölçülerinin yapılmasının gerektiğidir.

Zaten "Uluslar Arası Geodezi Komisyonunun (UAGK) Hassas Nivelman konusundaki genel tavsiyelerinden biri olan, "Modern Hassas Nivelman ancak, Nivo yüzeylerinin paralel olmamasından ötürü ortaya çıkan hataların, ölçülmüş gravite değerleri yardımıyla düzeltilmesinden sonra yüksek kesinliğe erişir. Bu ölçü işi, nivelman hatları boyunca gereken sıklıkdaki istasyonlarda yapılmalıdır". ifadesi ile 1955 Floransa Kararlarında yukarıda bahsedilen hususun tekrar belirtilmesi dikkate değer mahiyettedir.

Bunların sonucunda, nivelman noktalarına lüzumlu gravite değerlerinin verilmesi için Harita Genel Müdürlüğü Gravimetri Şubesi tarafından başlatılan ve I. Derece nivelman güzergâhları boyunca yapılan gravite ölçüleri; çalışmaların ilk andaki güçlüğü, elde mevcut gravimetrelerin bu çalışmaları aksatması ve o zaman, Türkiye için yeni bir konu olması dolayısıyla bu ölçülerin nivelman değerlerine tatbiki mevzularında ihtisas yapmak üzere Almanya'ya gönderilen elemanlara yapılan tavsiyelerle, her nivelman noktası üzerinde ölçü yapılmamış, ancak ölçülmemiş nivelman noktalarına, ölçülmüş noktalandaki gravite değerlerinin enterpole edilmesi sonucunda bir değer verilmesi yoluna gidilmiştir. Fakat bu şekilde elde olunan değerlerle yapılan hassas çalışmalar neticesinde böyle bir enterpole yapmanın; Türkiye reliefinin çok arızalı olması, tektonik-jeolojik yapıların pek çok farklılıklar göstermesi ve buna bağlı olarak gravite değerlerinin lineer bir gidiş göstermemesi sonucunda mümkün olamayacağı ve hatta enterpole edilmiş değerlerin bu gün kabul edilmiş olan ortometrik hesaplar dahilinde kullanılması sonucunda gravite ölçüsü yapılmış nivelman noktalarının alacağı ortometrik tashih miktarlarına da bazı kaçınılmaz hatalar getireceği yapılan hesaplarla görülmüş ve buna ait küçük bir örnek verilmiştir.

Gravimetri Şubesinde bu güne kadar (1967-70) 1/100 000 ölçekli 14 adet paftada reyonel gravimetri çalışmaları bitirilmiş olup 1971 arazi çalışmalarında helikopterli bir çalışmaya gidilmesi plânlanmış ve 1971 arazi mevsimi içinde 15 adet paftada reyonel gravimetri çalışmalarının yapılacağı öngörülmüştür. Bunların sonucunda elde edilecek gravimetrik haritalardan çalışmaları tamamlanmış olan bölgelere isabet eden nivelman poligonlarında ihtiyaç duyulan her noktaya, gravimetrik haritalardan ölçü ve enterpole yoluyla elde edilmiş kesin veya kesine çok yakın gravite değerlerinin verilmesi mümkün olabilecek ve bunun sonucunda ölçülmeleri biten poligonlar içerisinde bulunan her nivelman noktasının jeopotansiyel veya ortometrik kotları ile poligonlara ait teorik kapanma hataları arzu edilen sistemler dahilinde hesaplanabilecektir.

Bunların yanı sıra Harita Genel Müdürlüğü Gravimetri Şubesinin yapacağı çalışmalara ilâve olarak, M.T.A. Enstitüsü Genel Direktörlüğü ile T.P.A. Ortaklığı Gravimetri Şubelerince yapılan çalışmalara ait değerlerin de bazı temaslar sonucunda elde edilebileceği ve böylece Türkiye Gravimetrik Haritalarının kısa bir müddet içerisinde tamamlanmasının mümkün olacağı anlaşılmıştır.

Bu şekilde yapılacak çalışmaların sonucunda yeniden tesis edilebilecek poligon noktalarına hiç ölçüye lüzum olmaksızın gravite değeri verilebileceği gibi tahrip, yol değişimi, v.s. gibi sebeplerle yeniden inşa edilecek olan nivelman noktalarına da gene ölçülen değerlere çok yakın, diğer bir deyimle nivelman noktasının alacağı her türlü tashih miktarında bir değişiklik yapmayacak nite-likteki değerler verilebilecektir.

Esasen Floransa kararlarında da bu durum, "A ve B arasında mütalâa edilen (g) değerleri, A ve B noktalarındaki (g) nin gerçek değerine mümkün olduğu kadar yaklaşan değerler olmalıdır. Bu değerler mevcut imkânlarla ve şartlara bağlı olarak ya elde bulunan gravimetrik haritalardan, veya çevrenin topoğrafik yapısına göre uygun şekilde düzeltilmiş γ_0 elipsoidik değerlerden, ya da mümkünse direkt olarak ölçülmüş (g) değerlerinden yararlanılarak elde edilir". İfadesiyle de aynen belirtilmiş ve ilgili ülkeler bu çerçeveler içerisinde kendilerine uygun görülen şartları tatbik eder duruma gelmişlerdir.

Yapılan çalışmalara ait bir örnek vermek icap ederse:

Her türlü gravimetrik çalışmaları tamamlanmış olan 1/100 000 ölçekli bin paftadan, içerisinde azami Δ^h değerlerindeki bulunduracak bir şekilde seçilen noktalarla kapatılan ve 22 noktadan ibaret bir lup üzerinde Bouguer Anomali değerlerine göre yapılan araştırmalar göstermiştir ki; 10 ölçülmüş nokta dışında kalan 12 ölçülmemiş noktaya, hatti olarak yapılan enterpöleye göre değer verilmesi sonucunda elde edilen farkların mutlak değer ortalaması $\pm 4,37$ mgal i bulmuştur. Aynı lupun Toplam Teorik Kapanma miktarı da farklılık göstermiş ve ölçülerek elde edilmiş değerlere göre hesaplanan Toplam Teorik Kapanma Hatası $\sum + 0.01386$ m. iken, enterpoller sonucunda bu değer $\sum + 0.01547$ m. yi bulmuştur.

Bunların yanında aynı lup üzerinde gravimetrik haritalardan elde edilen değerlere göre yapılan çalışmalarda aynı 22 noktaya ait farkların mutlak değer ortalamasının $\pm 0,85$ mgal olduğu görülmüş ve bu değerlere göre hesaplanan Toplam Teorik Kapanma Hatası da $\sum + 0.1387$ m. olarak bulunmuştur.

1) Hatti enterpolasyon ile bulunan Δg_B değerleri için farklar :

n	Fark
1	+ 4.42
2	+ 13.78
3	- 0.56
4	- 2.49
5	+ 0.60
6	- 1.44
7	- 4.03
8	+ 9.51
9	- 1.81
10	+ 5.47
11	+ 3.93
12	- 4.36
Orlalama	± 4.37

2) Gravimetrik haritalardan elde edilen Δg_B değerleri için farklar.

n	Fark
1	+ 0.11
2	+ 0.51
3	— 1.30
4	— 0.86
5	— 2.63
6	— 2.51
7	— 0.33
8	— 1.36
9	— 0.06
10	— 0.90
11	+ 0.92
12	— 0.40
13	— 0.79
14	— 0.79
15	— 0.15
16	— 1.10
17	— 0.95
18	— 0.64
19	— 1.22
20	+ 1.20
21	— 0.50
22	+ 0.28
23	+ 0.11
Ortalama	± 0,85

Bu şekilde, ancak gravimetrik haritalardan enterpole yoluyla elde edilmiş değerlerle yapılan ortometrik kot hesaplarında ortaya çıkan 1 mgal civarındaki farklılaşmanın, ortometrik ve jeopotansiyel kotlara bir farklılaşma getirmeyeceği kesinlikle anlaşılmış ve yapılan çalışmaların küçük bir örneği olarak buna ait mukayeseli hesap cetvelleri ekte sunulmuştur.

Ortometrik kotlar, aşağıda gösterilen formüller dahilinde hesap edilmişlerdir.

$$H_B = H_A + \sum_A^B \Delta h + [\text{VDK} (AA') + DK + (AB) - \text{VDK} (BB')]$$

$$DK (AB) = \sum_A^B \frac{g_m - \gamma_{39}}{\gamma_{39}} \Delta h \quad g_m = \frac{g_A + g_B}{2}$$

$$VDK (AA') = \frac{g_{AA'} - \gamma_{39}}{\gamma_{39}} H_A \quad g_{AA'} = (g_A + 0.0423.H_A)$$

$$VDK(BB') = \frac{g_{BB'} - \gamma_{39}}{\gamma_{39}} H_B \quad g_{BB'} = (g_B + 0.0423.H_B)$$

$$\gamma_{39} = 980.091.94 \text{ mgal. (39}^\circ \text{ enlemine ait teorik g)}$$

Ancak elde mevcut haritaların bu güne kadar yapılması için öngörülen esas; Nivelman noktalarına bir (g) değeri vermek olmadığı için, gravimetrik haritalar bu güne kadar en hassas 5 er mgal. lik intervallerle konturlanmış ve 1/100 000 ölçekli bir paftaya ortalama 125 gravite çekim noktası düşecek şekilde çalışmalar yapılmıştır. Biraz evvel yukarıda bahsi geçen ± 1.08 mgal. lik ortalama hata miktarı ise bu şekilde yapılmış haritalardan elde edilmiş değerlere göre bulunmuştur. Bölgesel çalışmaların daha başında olduğumuz düşünülürse bundan sonra yapılacak çalışmalarda ölçülen nokta adedinin ortalama 150 civarına çıkarılması ve gravimetrik haritaların 2 mgal. lik intervallerle konturlanması ve hatta konturlama işinin elektronik komputerlere bağlı olarak çalışan plotterler vasıtasıyla yapılmaları sonucunda, ortalama hata miktarının çok daha azalacağı ve bunun sonucunda arzu edilen her türlü nivelman noktasına kesin veya kesine çok yakın değerlerin verilebileceği anlaşılmış bulunmaktadır.

ENTERPOLE DEĞERLERİNİ GÖSTERİR MUKAYESELİ CETVEL

Nokta No:	Ölçülmüş (g) Değerleri	Ölçü ile Bulunan Δg_B Değerleri	Hattı Entp. ile Bulun- nan Δg_B Değerleri	Fark	Gravimet- rik Harit- talardan Bulunan Δg_B değ.	Fark
29	979.829.57	-57.39	-	-	-57.50	+0.11
27	979.801.41	-48.49	-52.91	+4.42	-49.00	+0.51
16	979.899.11	-47.30	-	-	-46.00	-1.30
14	979.924.84	-32.56	-46.34	+13.78	-31.70	-0.86
41	979.926.32	-45.63	-	-	-43.00	-2.63
42	979.924.15	-49.19	-48.63	-0.56	-47.70	-2.51
43	979.995.43	-52.33	-	-	-52.00	-0.33
51	979.995.04	-52.06	-49.57	-2.49	-50.70	-1.36
66	979.978.47	-47.76	-	-	-47.70	-0.06
55	979.959.34	-44.40	-45.00	+0.60	-43.50	-0.90
56	979.984.33	-42.58	-	-	-43.50	+0.92
12	979.981.16	-44.60	-43.16	-1.44	-42.20	-0.40
77	979.976.60	-48.29	-44.26	-4.03	-47.50	-0.79
78	979.970.27	-45.39	-	-	-44.60	-0.79
73	979.973.98	-39.65	-49.16	+9.51	-39.50	-0.15
74	979.937.11	-58.10	-56.29	-1.81	-57.00	-1.10
116	979.929.99	-61.95	-	-	-61.00	-0.95
114	979.918.79	-46.64	-52.11	+5.47	-46.00	-0.64
115	979.924.40	-44.22	-48.15	+3.93	-43.00	-1.22
124	979.899.97	-41.80	-	-	-43.00	+1.20
118	979.967.68	-44.80	-	-	-44.30	-0.50
32	979.960.06	-45.52	-49.88	-4.36	-45.80	+0.28
29	979.829.57	-57.39	-	-	-57.50	+0.11

(g) : Ölçü ile bulunmuş yer çekimi. Δg_B : Bouguer Anomalisi

ORTOMETRİK TASHİH DEĞERLERİNİ GÖSTERİR MUKAYESELİ CETVEL

Nokta No:	A Ölçülmüş (g) Değerleri	B Hattı Entp. ile Bulun- an (g) Değerleri	C Grav. Hart. lardan bu- lunan (g) Değerleri	A ya göre Bulunan Ortometik Tashih Miktarları (m.)	B ye göre Bulunan Ortometik Tashih Miktarları (m.)	C ye Göre Bulunan Ortometik Tashih Miktarları (m.)
29	979.829.57	-	979.829.46	+0.12556	+0.13105	+0.12556
27	.801.41	979.796.99	.800.90	-0.30632	-0.31104	-0.30632
16	.899.11	-	.900.41	-0.04779	-0.02674	-0.04779
14	.924.84	.911.06	.925.70	-0.01594	-0.04203	-0.02186
41	.926.32	-	.928.85	+0.00450	+0.00544	+0.01042
42	.924.15	.924.71	.926.66	-0.13863	-0.13636	-0.13863
43	.995.43	-	.995.76	-0.00050	-0.00171	-0.00050
51	.995.04	.997.53	.996.40	+0.02797	+0.02794	+0.02790
66	.978.47	-	.978.53	+0.03373	+0.03348	+0.03380
55	.959.34	.958.74	.960.24	-0.04098	-0.04098	-0.04098
56	.984.33	-	.983.41	+0.00252	+0.00116	+0.00184
12	.981.16	.982.60	.981,56	+0.00193	+0.00001	+0.00262
77	.976.60	.980.63	.977.39	+0.00756	+0.01373	+0.00756
78	.970.27	-	.971.06	+0.00021	+0.00447	+0.00021
73	.973.98	.964.47	.974.03	+0.04190	+0.03348	+0.04113
74	.937.11	.938.92	.938.21	+0.00995	+0.01149	+0.01072
116	.929.99	-	.930.94	+0.04947	+0.05186	+0.04947
114	.918.79	.913.32	.919.43	-0.01384	-0.01038	-0.01384
115	.924.40	.920.47	.925.62	+0.06327	+0.05807	+0.06327
124	.899.97	-	.898.77	-0.13743	-0.13743	-0.13743
118	.967.68	-	.968.18	+0.01490	+0.02028	+0.01490
32	.960.06	.955.70	.959.78	+0.33182	+0.32970	+0.33182
29	.829.57	-	.829.46	-	-	-
	Toplam Kapanma Hatası :			$\sum +0.01386$	$\sum +0.01547$	$\sum +0.01387$