

AVRUPA NİRENGİ VE NİVELMAN AĞLARININ YENİDEN DENGELENMESİ FAALİYETLERİNİN DURUMU

Osman YANIÇOĞLU

ABSTRACT

While the readjustment activities of European triangulation and leveling networks have been finishing, the readjustment project of Turkish triangulation and leveling networks has been started. The activities, performed up to 1985, for the readjustment of European triangulation network (RETrig) and European leveling network (UELN) are respectively explained in section-2 and section-3.

ÖZET

Türkiye Temel Nirengi ve Nivelman Ağlarının yeniden dengelenmesinin günümüzde olduğu bugünlerde, Avrupa Nirengi ve Nivelman Ağlarının yeniden dengelenmesi için sürdürülən faaliyetler bitirilmek üzeredir. Avrupa Nirengi Ağının yeniden dengelenmesi (RETrig) ve Avrupa Nivelman Ağının yeniden dengelenmesi (UELN) amacıyla 1985 yılına kadar sürdürülen faaliyetler 2 nci ve 3 ncü bölümlerde açıklanmıştır.

1. GİRİŞ :

Uluslararası Jeodezi Jeofizik Birliğinin (IUGG) 9-22 Ağustos 1987 tarihleri arasında Kanada'nın Vancouver kentinde yapılacak olan 19 ncı genel kurul toplantısına kadar bitirilecek olan Avrupa Nirengi ve Nivelman Ağlarının yeniden dengelenmesinin en önemli özelliği, kıta boyutunda ortak bir datuma dayalı olarak, Avrupadaki ulusal jeodezik faaliyetlerde kontrol ağı görevini de yürütecek, homojen ve güvenilir bir koordinat kümesinin elde edilmesinin amaçlanması olmalıdır. Ölçme, modellendirme, hesaplama, değerlendirme ve analiz faaliyetlerinin geri-beslemeli (feed-back) olarak paralel yürütülmesi, her iki projenin diğer bir önemli özelliğini oluşturmaktadır.

Ekonominik, siyasal kültürel ve bilimsel yönden avrupa ile birçok ortak faaliyetlere katılan ülkemizde, avrupa datumuna dayalı koordinatların kullanılması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bilindiği gibi, Türkiye nirengi ağı Meşedağı ulusal datumuna dayalı olarak 1954 yılında dengelenmiş ve bu denge-

lemeden hemen sonra, 1955 yılında, avrupa datumu (European Datum-1950)'na dönüştürülmüştür.

Avrupa Nirengi ve Nivelman Ağlarının yeniden dengelenmesi faaliyetlerine aktif olarak katılmayan ülkemizde, RETrig ve UELN projelerinin tamamlanmasından hemen sonra, yeni avrupa datumuna dönüşüm ihtiyacının ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Ayrıca, ülke nirengi ve nivelman ağlarının yeniden dengelenmesi faaliyetleri sürdürülürken, RETrig ve UELN faaliyetlerinin incelemesinin yararlı olacağı değerlendirilmektedir.

2. AVRUPA NIRENGİ AĞININ YENİDEN DENGELENMESİ (RETrig)

Avrupa nirengi ağı ilk kez 1950 yılında dengelenmiştir. Avrupa nirengi ağının 1950 yılında yapılan dengeleme sonuçları ED-50 (European Datum-1950) olarak isimlendirilmektedir. Avrupa nirengi ağının 1950 yılı dengelemesinden hemen sonra, bu ağın yeniden dengelenmesi gündeme gelmiştir. Nitekim, Uluslararası Jeodezi Komisyonunun (International Association of Geodesy) 1954 yılındaki olağan toplantılarında avrupa ağının yeniden dengelenmesi kararlaştırılmış ve bu görev özel bir komisyon'a verilmiştir. Avrupa nirengi ağının yeniden dengelenmesiyle görevli alt komisyon, günümüzde RETrig (RETriangulation) ismiyle bilinmektedir.

1956 yılında Münih'te yapılan ilk RETrig toplantılarında, avrupa nirengi ağının yeniden dengelenmesinin amaçları tesbit edilmiştir (KELM, 1982).

Bunlar ;

- * Yeryuvarı şeklini ve değişimini, on yıllık ve yüzyıllık peryotlarla belirlemek,
- * Avrupa'da jeodezik ve navigasyon amaçlarına uygun, homojen bir koordinat kümesi elde etmek,
- * Güncel yerkabuğu hareketleri araştırmasına yardımcı olmak,
- * Dengeli koordinatları, geosentrik koordinat sistemine dönüştürmek,
- * Avrupa'da ulusal jeodezik ölçmelerde kontrol ağının kullanılmasını temin etmektir.

Bu amaçlara ulaşabilmek için en uygun çözüm yolunun üç boyutta dengeleme yapılması olduğu düşünülmüş, fakat yapılan yoğun tartışmalar ve incelemelerden sonra, 3 boyutta dengeleme yapmanın pratik olarak mümkün olmadığı kabul edilmiştir. Nihayet, RETrig'in 1963 yılı toplantılarında Avrupa Nirengi Ağının yeniden dengelenmesinin, (Hayford) Uluslararası elipsoidde, ve ED-50 datumuna dayalı

olarak iki boyutta yapılması kararlaştırılmıştır. Matematik modelde herhangi bir kayba neden olmaksızın dengeleme hesaplarının parça parça yapılmasına olanak verdiginden Wolf'un Helmert-Blocking yönteminin uygulanması kabul edilmiştir. Böylece nokta koordinatlarının gizliliğinin korunması da mümkün olmaktadır. Bu yöntemin uygulanabilmesi için RETrig faaliyetlerine katılan 13 Batı Avrupa ülkesinde birer Ulusal Hesaplama Merkezi (NCC) ile Münih'te bir adet Uluslararası Hesaplama Merkezi (ICC) kurulmuştur.'

1969 yılında yapılan RETrig toplantısında, Avrupa Nirengi ağının yeniden dengelenmesinin 3 fazda yapılması kararlaştırılmıştır. Birinci faz yalnız geometrik dengeleme yapılmasını kapsamaktadır. Birinci fazda; gözlemlerin kalitesi, uyuşumsuz ölçülerin (outlier) incelenmesi ve sistematik hataların (bias) araştırılması amaçlanmıştır. İkinci faz, ED-50 datumuna dayalı olarak iki-boyutta dengeleme yapılmasını kapsamaktadır. Üçüncü faz, bilimsel faz olarak isimlendirilmektedir.

Üçüncü faz; ikinci faz sonuçlarının analiz edilmesi ve uydu gözlemlerinden yararlanarak 3 boyutlu, homojen, geosentrik koordinatlara dönüşümü kapsamaktadır.

1979 yılında Madrid'te yapılan RETrig simpozyumunda ikinci fazın bitiği ilan edilmiştir. İkinci fazda, ED-50 datumuna dayalı olarak iki boyutta yapılan dengeleme sonuçları ED-79 olarak isimlendirilmiştir. 1981 yılında Londra'da yapılan RETrig simpozyumu ile Avrupa Nirengi Ağının Yeniden Dengelenmesi faaliyetlerinin üçüncü fazı başlamıştır.

2.1. ED-79'un DURUMU

RETrig faaliyetlerine, Avusturya (A), Belçika (B), İsviçre (CH), Almanya (D), Danimarka (DK), İspanya (E), Fransa (F), İngiltere (GB), İtalya (I), Norveç (N), Hollanda (NL), İsveç (S), Finlandiya (SF) isimli 13 batı Avrupa Ülkesi katılmıştır. RETrig faaliyetlerinin yürütülmesi için bu ülkelerde birer tane Ulusal Hesaplama Merkezi kurulmuştur. Ulusal Hesaplama Merkezlerinde (NCC) ve Uluslararası Hesaplama Merkezinde (ICC) birbirinden bağımsız olarak şu faaliyetler ayrı ayrı yürütülmüştür:

- * Ulusal Yatay Kontrol Ağlarındaki tüm ölçüler toplanarak bilgisayar ortamına aktarılmış, doğrulanarak güncelleştirilmiştir.
- * Orjinal ölçülere, fiziksel ve geometrik düzeltmeler getirilerek elipsoid yüzeyine indirgenmiştir.
- * Ölçüler için a-priori ağırlıklar veya varyanslar belirlenmiştir.

- * Kabul edilen dengeleme modeli için bilgisayar programları hazırlanmış ve geliştirilmiştir.
- * Ölçülerin istatistik analizleri yapılmıştır.
- * Hazırlanan bilgisayar programlarını kontrol etmek ve birim ağırlıklı ölçünün karesel ortalama hatasını geliştirmek için ön denelemeler (iç çözümler) yapılmıştır.
- * Normal denklemler, bloklar arasındaki ortak noktalara Helmert-Bloking tekniğine göre indirgenmiştir.
- * İndirgenmiş olan normal denklemler Münih'teki Uluslararası Hesaplama Merkezine (ICC) teslim edilmiştir.
- * Uluslararası Hesaplama Merkezinde yapılan denelemeyle ortak noktaların koordinatları hesaplanmış ve ülkelere kendi ortak noktalarının koordinatları teslim edilmiştir.
- * Ulusal Hesaplama Merkezleri ortak noktalarının dengeli koordinatlarını ve ilgili varyans-kovaryans matrisini kullanarak kendi iç normal denklemlerini çözümüş ve dengeli koordinatlarını hesaplamışlardır.

2.1.1. ED-79 DA KULLANILAN ÖLÇÜLER

ED-79 çözümünde doğrultu (açı) azimut ve kenar ölçüleri kullanılmıştır. ED-79 çözümünde kullanılan ölçülerin ülkelere göre dağılımı çizelge 1'de gösterilmiştir (KEIM, 1982).

2.1.1.1. ÖLÇÜLERİN İNDİRGENMESİ

Nirengi aşının şeklinde, ölçügünde ve dönüklüğünde olabilecek sistematik (bias) etkileri en aza indirmek için ölçülere gerekli düzeltme ve indirgemelerin getirilmesi gereklidir.

Azimut ölçüleri ağıın dönüklüğü hakkında bilgi vermektedir. Azimut ölçülerine CIO (Cenvention International Origine) kutup düzeltmesi ve BIH (Buerau International Heur) Greniwich düzeltmesi getirilmiştir. Kenar ölçüleri ağıın şeklini ve ölçügini belirlemektedir. ED-79 çözümünde EDM aletlerinin kalibrasyon değeri incelenmemiş, tüm kenar ölçülerinin homojen olduğu kabul edilmiştir. Topografya üzerinde yapılan tüm ölçülerin hesaplama yüzeyi olan elipsoid indirgemesi için, geometrik ve gravimetrik (fiziksel) düzeltmeler getirilmiştir. İndirgemelerin Helmert projeksyon yöntemiyle yapılması kabul edilmiştir. Bu yöntemle elipsoid yüzeyine tek anlamlı indirgeme yapılabilmesi için, sadece çekül sapmalarına (ξ, η) ve elipsoid yüksekliklerine (h) gerek sinme olduğu bilinmektedir.

ÖLKE ADI	ÖLKE KODU	DOĞRULTU	AZİMUT	BAZ (İNVAR)	(EDM) KENAR
AVUSTURYA	A	745	12	2	42
BELÇİKA	E	430	4	-	25
İSVİÇRE	CH	288	17	-	74
ALMANYA	D	1767	69	-	2026
DANİMARKA	DK	353	9	-	162
İSPANYA	E	2923	25	-	34
FRANSA	F	4776	11	14	17
İNGİLTERE	GB	2287	21	-	232
İTALYA	I	1781	33	2	78
NORVEÇ	N	1284	39	-	766
HOLLANDA	NL	450	8	1	-
İSVEÇ	S	1756	38	-	897
FİNLANDİYA	SF	1441	195	33	16
T O P L A M		20281	481	52	4369

ÇİZELGE 1 : ED-79 dengelemesinde kullanılan ölçülerin ülkelere dağılım çizelgesi

2.1.1.2 ÖLÇÜLERİN AĞIRLIKLARI

ED-79 dengelemesine başlamadan önce, ölçülerin kalitesi hakkında fikir edinmek için ölçüler deterministik ve istatistik olarak teste tabi tutulmuştur. Öncelikle ölçülerde kaba hata olup olmadığı ve ölçülerin rastgele dağılıp dağılmadığı test'le incelenmiştir. RETrig faaliyetlerine katılan tüm üye ülkelerin üçgen kapanmaları ve kenar kapanmalarının istatistik testi 1971 yılında BJERHAMMAR tarafından yapılmıştır. ED-79 çözümünde daha ileri düzeydeki a-priori istatistik testler uygulanmamıştır.

ED-79 çözümünde, ölçülerin a-priori varyans-kovaryans matrisi kullanılmış, yapılan ön dengelemelerle sadece ağırlıklar belirlenmiştir. Çizelge-2 de, ED-79 çözümünde kullanılan ölçülerin a-priori karesel ortalama hataları gösterilmiştir (KELM, 1982). Bunların karelerinin tersi alınarak ağırlıklar bulunmuştur.

ÜLKE KODU	DOĞRULTU (")	AZİMUT (")	KENAR (EDM) $a+b 10^{-6} S$ (cm)			
			Tellurometre a (cm)	b	Geodimetre a (cm)	b
A	0.45	0.20	-	-	-	0.7-3.2
B	0.60	1.00	0	3.0	0	1.0
CH	0.50	0.50	-	-	7	1.4
D	0.20-0.60	0.50	0	2.0	0	1.5
DK	0.4	0.7	-	-	1	1.0
F	0.60	0.60	27.5 (mutlak) 55.0		27.5 (mutlak)	
I	0.76	1.1	0	4.8	0	2.5
N	0.70	0.4-1.9	7.0	2.2	17.0 (mutlak)	
NL	0.3	0.3	0	1.5	-	-
S	0.3	0.7-1.9	0	1.5	0	1.2
SF	0.3	1.2	17.0 (mutlak)		-	-

ÇİZELGE 2: ED-79 dengelemesinde kullanılan ölçülerin a-priori karesel ortalama hataları

2.1.2. ED-79'UN DATUM PARAMETRELERİ

ED-79'un datumu, Avrupa Datumu 1950' ye özdeş lokal bir datumdur. ED-50 datumunun Hayford elipsoidinde çekül sapmalarının normu minimum olacak şekilde elde edildiği bilinmektedir. Hayford elipsoidinin büyük yarı ekseni (a) 6378388 m. ve basıklığı (f) 1/297 dir. ED-50 çözümünde Potsdamdaki bir nirengi noktası sabit istasyon olarak alınmıştır ED-50'nin datum parametreleri :

$$\xi = 3.^{\circ}36 \text{ (Kuzey-Güney doğrultusundaki çekül sapma bileşeni)}$$

$$\eta = 1.^{\circ}78 \text{ (Doğu-Batı doğrultusundaki çekül sapma bileşeni)}$$

$$N = 0.0 \text{ m. (Geoid Ondülasyonu) dir.}$$

ED-79 çözümünde olduğu gibi, doğrultu, azimut ve kenar ölçüleri kullanılarak yapılan serbest dengelemede normal denklemlerin renk defekti 2 olmaktadır. Dolayısıyla minimum koşullu çözümün elde edilmesi için iki boyutlu dengelemede bir noktanın 2 koordinatının sabit alınması gerekmektedir. Bu nedenle,

ED-79 çözümünde ED-50 nin Münih'teki bir noktası sabit alınmıştır. Sabit alınan noktanın geodezik koordinatları :

$$\phi = 48^{\circ} 08' 22."2273$$

$$\lambda = 11^{\circ} 34' 26."4862 \text{ dir.}$$

Diğer noktaların ED-50 koordinatları geçici koordinat olarak alınmıştır.

2.1.3. ED-79'un ÇÖZÜMÜ

ED-79 çözümü nirengi nokta koordinatları bilinmiyen alınarak en küçük kareler yöntemine göre dengeleme yapılarak elde edilmiştir. Avrupa nirengi ağının yeniden dengelemesi Helment-Blocking yöntemiyle bloklara ayırarak yapılması kararlaştırıldığından, hesaplama işlemi genelde iki aşamada yürütülmüştür. Birinci aşamada, Ulusal Hesaplama Merkezleri kendi ülkelerindeki nirengi ağının gözlem denklemleriyle ağırlık matrisini kullanarak normal denklemleri elde etmişlerdir. Her ülke kendi ulusal ağının duyarlığını belirlemek amacıyla mimimum koşul (constrain) kullanarak, başka bir deyişle bir noktanın koordinatlarını sabit alarak veya genelleştirilmiş invers ile normal denklemlerini çözmüştür. Böylece elde edilen birim ağırlığın varyansı normal denklemlerin standartlaştırılması için kullanılmıştır.

ED-79 çözümünde kullanılan, her ülkenin yapmış olduğu iç dengeleme sonunda elde edilen birim ağırlıklı ölçünün karesel ortalama hatası çizelge-3'de gösterilmiştir (KELM, 1982)

Daha sonra standartlaştırılmış serbest normal denklemler(sabit istasyon yok) blokları birbirine bağlayan ortak noktalara indirgenmiş ve indirgenmiş normal denklemler Münih'teki Uluslararası Hesaplama Merkezine teslim edilmiştir. Uluslararası Hesaplama Merkezinde 2.1.2. deki datum parametreleri kullanılarak indirgenmiş normal denklemler çözülmüştür. Bu çözümde, Hausons, Isner ve Tscherning tarafından yazılan A.B.D.nin Ulusal Jeodezik Ölçmeler (National Geodetic Survey) Kurumundan temin edilen HERESİ yazılım paketi kullanılmıştır. Normal denklemlerin çözülmesiyle elde edilen koordinatlar Ulusal He-

ÜLKE KODU	ÜLKE ADI	BİRİM AĞIRLIKLI ÖLÇÜNÜN KARESEL ORTALAMA HATASI (m_o)	STANDARTLAŞTIRMA FAKTÖRÜ
A	Avusturya	0.448	4.982070
B	Belçika	1.019	0.963802
CH	İsviçre	1.070	0.872803
D	Almanya	1.073	0.868975
E	İspanya	1.000	1.000000
F	Fransa	1.000	1.000000
GB	İngiltere	1.000	1.000000
I	İtalya	0.691	2.096762
NL	Hollanda	1.080	0.857212
SKAN (N+S+ SF+DK)	İskandinavya (Norveç+İsveç +Finlandiya+ Danimarka)	1.012	0.976076

ÇİZELGE 3: ED-79 Çözümünde bloklardaki normal denklemleri standartlaştırma faktörü

saplama Merkezlerine dağıtılmıştır. Ulusal Hesaplama Merkezlerinde yapılan geri çözümle, her ülke kendi nirengi ağı noktalarının ED-79 koordinatlarını elde etmiştir. 1979 yılında Madrit'te yapılan RETrig simpozyumunda Avrupa Nirengi Ağının Yeniden dengelenmesinin II ncı Fazının bittiği ve II ncı Faz sonunda elde edilen koordinatların ED-79 olarak isimlendirilmesi resmen kabul edilmiştir.

2.2. III NCÜ FAZIN DURUMU

RETrig faaliyetlerinin III ncü fazı bilimsel faz olarak isimlendirilmiştir. III ncü Fazın sonunda, Avrupa'da homojen ve güvenilir bir yatay koordinat kümesi elde edilmesi amaçlanmıştır. 1981 yılında Londra'da yapılan RETrig simpozyumunda, Avrupa'da homojen ve güvenilir bir yatay koordinat kümesi elde edilebilmesi için faaliyetlerin üç aşamada yürütülmesi kararlaştırılmıştır. Birinci aşamada ED-79 sonuçlarının ilave ölçüler kullanmadan, ikinci aşamada ilave klasik ölçüler kullanılarak analiz edilmesi ve üçüncü

aşamada uzay ölçülerinden yararlanılarak üç boyutlu geosentrik koordinat sistemine dönüşüm yapılması planlanmıştır.

2.2.1. İLAVE ÖLÇÜLER KULLANMADAN ANALİZ

İlave ölçüler kullanmadan ED-79 sonuçlarının kontrolü ve analizi hem Ulusal Hesaplama Merkezleri hem de Uluslararası Hesaplama Merkezi tarafından yapılmıştır.

ED-79 da kullanılan ölçülerde uyuşumsuz ölçü olup olmadığı uyuşumsuz ölçü (outlier) testi ile araştırılmıştır. Outlier testinde 1967 yılında BAARDA tarafından geliştirilen "Daha snooping" yöntemi ve 1976 yılında POPE tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır.

Çizelge 4'de dengeleme sonunda elde edilen düzeltmelere (a posteriori) uygulanan outlier test yöntemi ile test sonuçları sergilenmiştir (KELM, 1982).

OLKE KODU	UYGULANAN TEST YÖNTEMİ	TEST SONUÇLARI
A	POPE	3 Doğrultu ölçüsü atılmalı
B	BAARDA	Atılacak ölçü yok
CH	BAARDA	Atılacak ölçü yok
D	POPE BAARDA	4 ölçü atılmalı 27 ölçü atılmalı
DK	POPE	2 doğrultu 1 kenar ölçüsü atılmalı
E	POPE	4 ölçü atılmalı
I	POPE	
NL	BAARDA	
S	POPE	3 Doğrultu atılmalı

Çizelge 4: Uyuşumsuz ölçü (outlier) test sonuçları

Dengeleme sonrası bulunan düzeltmelere Outlier testi uygulanarak bazı ölçüler atıldıktan sonra, ölçülerde sistematik etki olup olmadığı t,F ve τ testleriyle analiz edilmiştir. Ayrıca, Helmert Transformasyon yöntemi kullanı-

larak özel analizler yapılmıştır.

Bu analizler sonunda ED-79 sonuçlarının homojen olmadığı kanaatine varılmıştır.

- * Çekül sapmaları, geoid yükseklikleri ve astronomik boyamların heterojen olması,
- * Ölçü ağırlıklarının belirlenmesinde farklı modellerin kullanılması,
- * Fonksiyonel modelde sistematik (bias) parametreler için farklı modellerin kullanılması,
- * Düzeltme denklemlerinde farklı dereceden seri açılımları kullanılması, ED-79 koordinatlarının homojen olmamasının nedenleri olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonunda, ED-79 sonuçlarının ilave ölçülerle analiz edilmesi gereği ortaya çıkmıştır.

2.2.2. İLAVE KLASİK ÖLÇÜLER KULLANARAK ANALİZ

İlave klasik ölçüler kullanarak Avrupa Nirengi Ağının analiz edilmesi; ölçme, modellendirme, hesaplama ve irdeleme gibi birçok faaliyeti kapsamaktadır.

Açı, kenar ve azimut ölçülerinden oluşan ilave klasik ölçülerin yapılması bitirilmiştir. Diğer faaliyetler olan, modellendirme, hesaplama ve irdeleme faaliyetleri henüz bitirilmemiş, fakat geçici çözümler elde edilmiştir.

Nirengi ağlarının relativ anlamdaki kalitesi, ağ şeklinin kuvveti ile karakterize edilmektedir. Ağın şekli, şeklinin homojen olması ve ölçüleri ile dönüklüğünün iyileştirilmesi ile kuvvetlendirilmektedir. Ağın ölçüleri ile dönüklüğünün iyileştirilmesi, yapılan ilave klasik ölçülerin yanısıra elipsoid yüzeyine indirgenen ölçülerde distorsyonların olmamasına da bağlıdır. Ölçülerin elipsoid yüzeyine daha duyarlı bir şekilde indirgermesi için homojen ve daha doğru bir Avrupa jeoidinin belirlenmesine ihtiyaç vardır. ED-79 çözümünde lokal (ülkesel) jeoidler kullanıldığı için indirgenen ölçülerde distorsyonlar oluşmuştur. Homojen ve daha doğru bir Avrupa jeoidi belirlenmesi çalışmalarına başlamış, fakat henüz bitirilememiştir. Daha doğru bir jeoidin elde edilmesi, daha duyarlı ve daha yoğun dağılmış çekül sapmaları ve gravite ölçülerinin yapılmasına bağlıdır. Sadece ölçülerin sıklaştırılması bu amaca ulaşmak için yeterli olmamakta, daha iyi interpolasyon veya prediksiyon modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu faaliyetlerin yanısıra astronomik ölçülerde olabilecek zayıflığın giderilmesi için Avrupa Boyam

OLKE KODU	OLCEK OLER			İSTASYON SAYISI	BİLLİNMEYENLER			FAZLA ÖLÇÜ SAYISI
	Doğrultu	Kenar	Azimut		Toplam	Koordinat	Dönüklik	
A	743	41	12	796	137	274	138	416
B	430	25	4	459	82	164	79	247
CH	310	83	20	413	56	112	56	212
D	2329	2239	69	4637	318	636	695	171
E	2923	34	25	2982	436	872	436	242
F	4776	31	11	4818	796	1592	796	3300
GB	2287	232	21	2540	354	708	351	1337
I	1764	76	31	1871	335	670	343	1674
NL	494	20	8	522	91	182	104	2388
DK	353	162	9	524	73	146	88	2430
N	1284	766	39	2089	351	702	303	1059
S	1756	897	38	2691	481	962	463	1481
SF	1441	20	195	1656	306	612	366	854
TOPLAM	20847	4626	482	25955	3641	7282	4174	14478
								380

Çizelge 5: III ncü Fazın geçici çözümünde kullanılan verilerin ülkelerde dağılımı

Ağı (ELN) kurulmuştur. Avrupa Boylam Ağındaki ölçüler bitirilmiş olup, de-gerlendirmeler devam etmektedir.

Yukarıda sözkonusu edilen faaliyetlere ilişkin çalışmalar sürdürülürken, 1984 yılına kadar yapılmış olan ilave klasik ölçülerde kullanılarak Avrupa Nirengi Ağı yeniden dengelenmiştir. Yapılan bu dengeleme, "III ncü fazın geçici klasik çözümü" olarak isimlendirilmiştir.

III ncü fazın geçici klasik çözümünde kullanılan ölçü ve bilinmiyelerin ülkelere göre dağılımı çizelge 5'de gösterilmiştir(EHRNSPERGER, 1984).

Ülkeler, çizelge 5'de miktarları belirtilen ölçülerini kullanarak kendi bloklarını minimum koşullu veya serbest olarak dengelemiştir. Çizelge 5'de görülebileceği gibi, bazı ülkeler ölçek ve dönüklük parametresi ekliyerek fonksiyonel modeli genişletmişlerdir. Ulusal Hesaplama Merkezleri tarafından yapılan bağımsız dengelemeler sonunda elde edilen birim ağırlıklı ölçünün karesel ortalama hatası ile bunların karelerinin tersi alınarak elde edilen standartlaştırma faktörü çizelge 6'da gösterilmiştir(EHRNSPERGER, 1984).

BLOK KODU	BİRİM AĞIRLIKLI ÖLÇÜNON KARESEL ORTALAMA HATASI	STANDARTLAŞTIRMA FAKTÖRÜ
A	0.5227	3.6607
B	1.5082	0.4396
CH	0.9901	1.0200
D	0.9956	1.0089
E	1.0000	1.0000
F	1.0000	1.0000
GB	1.0000	1.0000
I	0.7391	1.8306
NL	1.2287	0.6624
SKAN	1.0120	0.9761

Çizelge 6: III ncü fazın geçici klasik çözümünde bloklardaki normal denklemleri standartlaştırma faktörü

Ulusal Hesaplama Merkezleri, kendi bloklarına ait normal denklemleri standartlaştırmaya faktörü ile çarparak standartlaştırılmış normal denklemleri elde etmişlerdir. Daha sonra, standartlaştırılmış normal denklemler Bağlantı Noktalarına indirgenmiş ve indirgenmiş Normal Denklemleri Uluslararası Hesaplama Merkezine teslim etmiştir.

Bloklararası arasındaki ilişkiyi sağlayan bağlantı noktalarının dağılımı çizelge 7'de gösterilmiştir(EHRNSPERGER, 1984).

BLOK KODU	A	B	CH	D	E	F	GB	I	NL	SKAN
A	-	-	4	10	-	-	-	11	-	-
B	-	-	-	5	-	13	-	-	11	-
CH	4	-	-	6	-	7	-	10	-	-
D	10	5	6	-	-	5	-	-	13	6
E	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-
F	-	13	7	5	6	-	7	10	-	-
GB	-	-	-	-	-	7	-	-	-	3
I	11	-	10	-	-	10	-	-	-	-
NL	-	11	-	13	-	-	-	-	-	-
SKAN	-	-	-	6	-	-	3	-	-	-

Çizelge 7: Bloklar arasındaki ilişkiyi sağlayan bağlantı noktaları dağılımı

Uluslararası Hesaplama Merkezi tarafından derlenen, ortak noktalara ilişkin bağlantı matrisine(buffer matris) ait sayısal veriler çizelge 8'de gösterilmiştir(EHRNSPERGER, 1984).

Uluslararası Hesaplama Merkezinde, Münih'teki D 7835 nolu nokta sabit alınarak, ortak noktalara ilişkin normal denklemler çözülmüştür. Bundan sonra ulusal hesaplama merkezleri geriye çözüm yaparak kendi bilinmeyenlerini hesaplamışlardır.

III ncü fazın geçici klasik çözümünde, ED-79 çözümünden farklı olarak sadece klasik ölçüler kullanılmış, ölçek ve dönüklüğe ilişkin ek parametrelerde kullanılarak fonksiyonel model genişletilmiştir.

BLOK KODU	BAĞLANTI NOKTALARI	İLAVE NOKTALAR	B İ L İ N M E Y E N L E R				
			Koordinat	Dönüklük	Ölçek	Azimut	Toplam
A	23	3	52	11	3	1	67
B	27	1	56	-	2	2	60
CH	23	1	48	-	2	1	51
D	41	12	106	23	4	2	135
E	6	-	12	-	-	-	12
F	45	-	90	-	-	-	90
G3	10	-	20	-	-	-	20
I	29	15	88	-	3	1	92
NL	23	6	58	19	-	-	77
SKAN	9	5	28	-	-	-	28
TOPLAM	236	43	558	53	14	7	632

Çizelge 8: Ortak noktalara ilişkin bağlantı (BUFFER) matrisi

III ncü fazın geçici klasik çözümünde hesaplanan ek parametreler çizelge 9'da gösterilmiştir(EHRNSPERGER,1984).

RETrig III ncü fazının geçici klasik çözümünün sonuçları;

- * Baarda,
- * Pope,
- * En küçük toplam (Least Sum),
- * Robust,
- * Danimarka (danish) istatistik testleriyle analiz edilmiştir.

Bu istatistik testlerden Robust yöntemiyle yapılan analizde anlamlı bir sonuç elde edilememiştir. Diğer yöntemlerle yapılan testlerde aynı sonuçlar elde edilmiş, fakat Baarda yönteminin uygulama kolaylığı olduğundan bu yöntemin kullanılması kabul edilmiştir. III ncü fazın analizinin, daha ileri düzeyde istatistik testlerle yapılması inceleme aşamasındadır.

2.2.3. GEOSENTRİK SİSTEDE DÖNUŞÜM

RETrig faaliyetlerinin III ncü fazının 3 ncü adımda, lokal datuma göre hesaplanmış Avrupa Nirengi Ağı koordinatlarının (relatif) geosentrik datuma (mutlak) dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Nirengi ağının belirli sayıdaki

OLKE KODU	DÖNOKLOK BİLINMEYENLERİ ("")		ÖLÇEK BİLINMEYENLERİ (P.P.M)		
	DEĞERİ	HATASI (m.s.e)	AÇIKLAMA	DEĞERİ	HATASI (m.s.e)
A	0.97	0.24	Bazlar	0.33	2.96
			Geodimetre	-1.22	1.08
			Tellurometre	2.81	1.14
B	-0.67	0.44	Geodimetre	-0.51	0.94
			Tellurometre	2.82	1.62
CH	0.74	0.22	Bazlar	0.44	1.34
			Geodimetre	-1.80	0.79
D	0.54	0.28	$\lambda = 10 \text{ cm.}$	0.23	0.62
			$\lambda = 3 \text{ cm.}$	0.22	0.56
			$\lambda = 3 \text{ mm.}$	0.65	0.57
			Elektro-optik	-0.91	0.58
I	0.05	0.44	Bazlar	4.99	3.73
			Geodimetre	-1.90	1.16
			Tellurometre	3.03	1.25

Çizelge 9 : III ncü fazın geçici klasik çözümünde hesaplanan ek parametreler.

noktasının hem lokal datumda hem de geosentrik datumda koordinatları belirlenirse, bu dönüşüm yapılabilmektedir. 7 parametreli (1 ölçek, 3 dönüklük, 3 öteleme) benzerlik dönüşümünün matematik modeli 1967 yılında BURSA, 1981 yılında WOLF tarafından ortaya konmuştur. Klasik ölçüler kullanılarak hesaplanan nirengi nokta koordinatları, uydu gözlemlerinden yararlanarak geosentrik referans sistemine dönüştürüldüğünde ağıın şeklinin ve iç duyarlılığının değişmemesi, bu dönüşüm yöntemlerinin ortak özelligidir. RETrig III ncü fazında, WOLF tarafından önerilen yöntem kullanılarak dönüşümün yapılması kararlaştırılmıştır (EHRNSPERGER, 1984). Bu dönüşümde precise efemerisle değerlendirilen DODOC doppler ölçülerini kullanılmıştır. Wolf'un 1982 yılında önerdiği, Cebirsel ve Geometrik yöntemler kullanılarak bu dönüşüm yapılmıştır.

Wolf'un yöntemi 3 işlem adımını kapsamaktadır.

- 1 nci işlem adımı, 3 boyutlu olarak elde edilen doppler koordinatlarının, benzerlik dönüşümüyle iki boyutlu lokal datuma dönüştürülmesini,
- 2 nci işlem adımı; lokal datumun dönüştürülmüş doppler koordinatlarıyla klasik ölçülerin iki boyutlu uzayda dengelenerek birleştirilmesini,
- 3 ncü işlem adımı; dengeli koordinatları, aynı orjinal doppler koordinatlarından yararlanarak benzerlik dönüşümüyle 3 boyutlu geosentrik koordinat sisteme yeniden dönüştürülmesini, içermektedir.

2.2.3.1. I NCİ İŞLEM ADIMI (DÖNUŞÜM)

Dönüşüm için gerekli olan 4 parametrenin hesaplanması için 19 adet özdes doppler noktası kullanılmıştır. D 5731 nolu Coburg noktası, sistematik hata (bias) içerdiginden hesaplamaya dahil edilmemiştir. ED-79 koordinatları ile elipsoidal yükseklikler giriş verisi olarak kullanılmıştır.

Bu dönüşümün sonuçları (EHRNSPERGER, 1984) :

$$\Delta = 2.04 \pm 0.87 \text{ ppm.}$$

$$dx = -87.02 \pm 3.54 \text{ m.}$$

$$dy = -113.13 \pm 0.68 \text{ m.}$$

$$dz = -127.27 \pm 4.29 \text{ m.}$$

$$m_o = 1.36 \text{ (birim ağırlığın standart hatası) dır.}$$

Kullanılan tüm doppler noktaları küçük bir bölgede olduğundan hesaplanan parametreler arasındaki korelasyon çok yüksek olmuştur; örneğin dx, dy arasında 0.885 ve Δ , dz arasında 0.997 dir. Buna rağmen, yukarıda 4 parametre kullanı-

larak yapılan dönüşüm sonunda, (ED-79) klasik ve dönüştürülmüş doppler koordinatları arasında bulunan en büyük fark, Graz daki A 171 noktasının coğrafi boylamında 1.45 m.dir.

2.2.3.2. II NCI İŞLEM ADIMI (BİRLEŞTİRME)

İki boyutlu lokal datuma dönüştürülmüş doppler koordinatları dönüklük içermektedir. Bu nedenle, Wettzell deki D 6843 nolu P_o merkez noktasına ait 3 adet dönüklük parametresi doppler sistemine dahil edilmiştir. Bu merkez noktasının dönüklük açıları :

$$d\beta_o = (dx_o / R_o, dy / R_o, RA_o / \rho)^T \text{ dir.}$$

Buradaki;

dx_o , dy_o = P_o 'daki yatay kayıklık bileşeni

dA_o : P_o 'daki azimutal dönüklük açısı

R_o : Yeryuvarı ortalama eğrilik yarıçapı

ρ = 1/arc 1" dir.

P_o merkez noktasının dönüklük açıları, Wolf'un cebirsel ve geometrik yöntemleriyle hesaplanmıştır. Geometrik yöntemle hesaplanan değerler parantez içinde verilmiştir (EHRNSPERGER, 1984).

$$dx_o / R_o = 0.0062" \pm 0.0034" (0.0063" \pm 0.0034)$$

$$dy_o / R_o = 0.0123" \pm 0.0037" (0.0123" \pm 0.0034")$$

$$dA_o = -0.0082" \pm 0.1403" (-0.0117" \pm 0.1406")$$

P_o merkez noktasının hesaplanan dönüklük açıları, iki boyutlu lokal datuma dönüştürülen doppler koordinatlarına dahil edilmiş ve Münih'deki D 7835 nolu nokta sabit alınarak iki boyutta birleşik dengeleme yapılmıştır.

2.2.3.3. III NCO İŞLEM ADIMI (YENİDEN DÜNOŞUM)

Birleşik dengelemeyle elde edilen iki boyutlu koordinatları, üç boyutlu geosentrik koordinat sisteme dönüştürmek için Wolf'un cebirsel ve geometrik yöntemi kullanılarak 7 adet dönüşüm parametresi hesaplanmıştır. Geometrik yöntem sonuçları parantez içinde verilmiştir (EHRNSPERGER, 1984).

Δ = -2.31 ± 0.12 ppm (-2.31±0.12)
 dx = 87.88 ± 1.02 m. (87.88 ± 1.02)
 dy = 113.36 ± 1.39 m. (113.54±1.39)
 dz = 128.78 ± 0.86 m. (128.76±0.86)
 $d\bar{x}_o/R_o$ = 0.0000 ± 0.0319" (-0.0015±0.0318)
 $d\bar{y}_o/R_o$ = -0.0117 ± 0.0481" (-0.0059±0.0480)
 dA_o = 0.0566 ± 0.0242" (0.0600±0.0242)
 m_o = 0.18 (0.18) (birim ağırlığın standart hatası)

Yukarıdaki dönüşüm parametreleri arasında en büyük korelasyon dy' ile $d\bar{y}_o/R_o$ arasında ortaya çıkmıştır (0.992). Daha sonra, 3 boyutlu geosentrik sistemin X-Y-Z eksenlerindeki dönüklük açıları hesaplanmıştır (EHRNSPERGER, 1984).

$$\begin{aligned}
 \epsilon_x &= 0.0275 \pm 0.0372" \quad (0.0343 \pm 0.0372) \\
 \epsilon_y &= 0.063 \pm 0.0355" \quad (0.0063 \pm 0.0355) \\
 \epsilon_z &= 0.0504 \pm 0.0356" \quad (0.0493 \pm 0.0355)
 \end{aligned}$$

Bu dönüklük açıları, literatürdeki dönüşüm parametreleriyle uyusumlu değildir. Bu nedenle, lokal koordinatlar geosentrik sisteme dönüştürülmemiştir. Bu konudaki çalışmalar devam etmektedir.

3. BİRLEŞİK AVRUPA NİVELMAN AĞININ YENİDEN DENGELENMESİ(UELN)

Birleşik Avrupa Nivelman Ağrı (UELN) ilk kez 1955 yılında dengelenmiştir. Uluslararası Jeodezi Jeofizik Birliğinin (IUGG) 1971 yılındaki 15. nci genel kurulunda, Avrupa ülkeleri tarafından yapılmış olan yeni nivelman ölçülerini de kullanılarak Avrupa Nivelman Ağının yeniden dengelenmesi kararlaştırılmıştır. Bu amaçla, Uluslararası Jeodezi Komisyonu (IAG) tarafından "Birleşik Avrupa Nivelman Ağrı" (UELN) isimli alt komisyon kurulmuştur. IAG'nin UELN alt komisyonu ilk toplantısını 1973 yılında Brüksel'de yapmış olduğundan Avrupa Nivelman Ağının yeniden dengelenmesi UELN-73 olarak isimlendirilmiştir. Brüksel toplantılarında yeniden dengelenmenin amaçları şu şekilde tesbit edilmiştir (EHRNSPERGER, RIETVELD, 1980).

- * Yeni nivelman ölçülerini kullanarak Birleşik Avrupa Nivelman Ağını genişletmek ve iyileştirmek,
- * Akdeniz ile Baltık Denizi arasında bağlantı kurmak ve bu iki denizin deniz ortalaması seviyeleri (M.S.L.) arasındaki farkı analiz etmek,

- * Avrupadaki diğer uluslararası projelere ortak bir datumda düşey bilgi temin etmek,

Avrupa nivelman ağının yeniden dengelenmesi çalışmalarına 13 ülke katılmış, daha sonra portekiz'in de katılımıyla üye ülke sayısı 14'e çıkmıştır. Yeniden dengeleme projesinin iki aşamada yürütülmesi kararlaştırılmıştır.

- * Birinci faz ; Deniz ortalama seviyeleri ile ilişki kurmaksızın nivelman ağının serbest dengelenmesini ve istatistik testlerini kapsamaktadır.
- * İkinci faz ; Avrupadaki 79 adet mareograf istasyonlarındaki deniz ortalama seviyesinin (M.S.L.) analiz edilmesini ve deniz ortalama seviyeleri ile birinci faz sonuçlarının birlikte dengelenmesi olanaklarının araştırmasını kapsamaktadır.

Yeniden dengeleme hesaplarının yapılması için iki ayrı hesaplama merkezinin kurulması kararlaştırılmıştır. Bu hesaplamalar için Almanya'nın Münih kentindeki Bavyera Akademisi ile Hollanda'daki Delf Teknoloji Üniversitesi'nden Geodezi Hesaplama Merkezi görevlendirilmiştir. Hesaplama merkezlerinin aynı verileri kullanması, fakat hesaplama ve analizleri bağımsız olarak yapmaları kararlaştırılmıştır.

Birleşik Avrupa Nivelman Ağının yeniden dengelenmesinin birinci fazı 1984 yılı sonunda bitirilmiş olup, ikinci fazına ilişkin hesaplama ve analiz faaliyetleri sürdürülmektedir.

3.1. DENGELEME YÖNTEMİ VE KULLANILAN YAZILIM

Birleşik Avrupa Nivelman Ağı (UELN) dengelenmesinin birinci fazında deniz ortalama seviyeleri ile ilişki kurulmamıştır. Münih ve Delf'teki hesaplama merkezleri aşağıdaki iki koşulu uygulayarak dengelemeyi bağımsız yürütmüştür(EHRNSPERGER, RIETVEL, 1980).

- * Ölçüler, $\int gdh$ formülüyle hesaplanan geopotansiyel birimde (g.p.u) alınmış, buradaki gravite değerlerinin Uluslararası Gravite Sistemi 1971 de (IGSN-71) olması kabul edilmiş,
- * Ölçülerin ağırlıkları üye ülkeler tarafından aşağıdaki formülle hesaplanması kabul edilmiş ;

$$P_i = \frac{200}{t^2 L_{km}} ; \quad t^2 = \sigma_{\Delta h}^2 \left(\frac{\text{mm}^2}{k_m} \right)$$

t : 1 km.lik nivelman ölçüsünün standart sapması.

Dengeleme yöntemi ile kullanılacak yazılımın seçiminde hesaplama merkezleri serbest bırakılmıştır. Ayrıca uygulanacak istatistik testler ve sonuçların analizi konusunda da hesaplama merkezleri serbest bırakılmıştır. Her iki hesaplama merkezi de dolaylı ölçüler dengelemesine göre nivelman ağının dengeleme programını geliştirmiştir.

Delft hesaplama merkezinde, nivelman ağının dengelenmesi ve analizi için geodezik ağlar için hazırlanan SCAN-II (System Computerized Adjustment of Networks) yazılım paketi kullanılmıştır. SCAN-II, değişik tür ve boyutta ki ağların serbest dengelemesinin yapılmasına olanak vermektedir. SCAN-II de, Prof. Baarda ve çalışma arkadaşları tarafından geliştirilen istatistiksel analiz yöntemi kullanılmaktadır. Ağların analizi için Baarda test yöntemi ve "data snooping" tekniğinin kullanılması Delft'e standartlaşmıştır. Avrupa nivelman ağının yeniden dengelenmesinin ikinci fazında deniz ortalaması seviyelerinin (M.S.L.) analiz edilmesi için başka istatistik testlerinde kullanılması kararlaştırılmıştır.

Münih hesaplama merkezinde nivelman ağının dengelenmesi için MULEP (Munich Levelling Program) isimli özel bir program geliştirilmiştir. Bu program sadece giriş verilerine ihtiyaç duymaktadır; gözlem denklemi ve normal denklemelerin kurulması, normal denklemelerin çözümü ve düzeltmelerin hesaplanması otomatik olarak yapılmaktadır. Normal denklemelerin inversinin alınması ve bilinmeyenlerin çözümü için Kuzey Amerika Ağının yeniden dengelenmesinde kullanılan HERESI isimli alt program kullanılmaktadır. İstatistik test için, TRAV-10'daki POPE'nin tau testinin alternatifi olan "data-snooping" yöntemi kullanılmaktadır.

SCAN-II ve MULEP programının her ikisiinde de normal denklemler bant matris hâline getirildiğinden çekirdek bellek ve CPU zamanı optimize edilmektedir.

3.2. KULLANILAN ÖLÇÜLER

Birleşik Avrupa Nivelman Ağının (UELN) dengelenmesi faaliyetine katılan 14 ülke nivelman ölçülerini (g.p.u biriminde) Münih ve Delft'teki hesaplama merkezlerine 1978-1980 yıllarında teslim edilmiştir. Avrupa Nivelman Ağının yeniden dengelenmesinde kullanılan ölçülerin ülkelere dağılımı çizelge - 10 da gösterilmiştir (KOK, 1984).

3.3. İSTATİSTİK TESTLERİ

Münih ve Delft hesaplama merkezlerinde aynı istatistik testler uygulanmıştır. Gözlemlerde hata olup olmadığı Baarda'nın data-snooping yöntemi ile test edilmiştir. Ölçülerin korelasyonsuz olduğu kabul edildiğinden ve diagonal

ÖLKE A D I	ÖLKE KODU	NOKTA SAYISI	TOPLAM UZUNLUK(km)	ÖLÇÜ SAYISI	ÖLÇÜ YILI	t^2 (mm ² /km)
FİNLANDİYA	SF	71	7525.6	89	1935-1972	0.41
HOLLANDA	NL	20	1236.2	21	1965-1977	0.32
ALMANYA	D	62	6707.8	73	1937-1976	1.16
BELÇİKA	B	18	1721.2	23	1969-1975	3.64
İSPANYA	E	73	11040.8	94	1925-1974	3.23
İSVİÇRE	CH	13	1315.2	14	1949-1976	0.65
AVUSTURYA	A	33	2129.4	35	1949-1978	2.74
PORTEKİZ	P	18	2639.0	22	1943-1969	3.83
FRANSA	F	135	13572.7	173	1962-1969	4.00
İTALYA	I	71	10370.3	96	1942-1971	1.17
DANİMARKA	DK	23	923.4	28	1938-1953	0.72
İSVEÇ	S	96	10132.2	122	1950-1967	2.74
İNGİLTERE	GB	45	8774.1	59	1951-1958	1.41
NORVEÇ	H	130	12463.7	194	1912-1978	-
UELN (73)		750	90656.0	1047	1912-1978	-

Çizelge 10: Avrupa Nivelman Ağının yeniden dengelenmesinde kullanılan ölçülerin ülkelere dağılımı

ağırlık matrisi (p) kullanıldığından test büyülüğünün hesaplanmasında basitleştirilmiş formül kullanılmıştır.

$$w_i = \frac{-v_i}{\sigma_{v_i}} \quad \text{formülüyle test büyülüği hesaplanmıştır.}$$

Eğer $|w_i| > \sqrt{F_{1-\alpha ; 1,\infty}}$ ise i nci ölçü atılmıştır.

F tablo değerinin hesaplanmasında $\alpha_0 = 0.001$ olarak alınmış karşılaştırma değeri $\sqrt{F_{1-\alpha ; 1,\infty}} = 3.29$ sabit alınmıştır.

Her ülkenin kendi nivelman ağının bir blok kabul edilmiş ve her blok ayrı ayrı dengelenmiştir. Bu dengelemelerden elde edilen düzeltmeler, (v_i) yukarıda

açıklanan Baarda'nın testine tabi tutulmuş ve $|w_i| > 3.29$ ise atılmıştır.

Daha sonra Birleşik Avrupa Nivelman ağrı toptan dengelenmiş ve bu dengelemede elde edilen düzeltmeler aynı teste tabi tutulmuştur.

Toptan ve blok dengeleme sonunda elde edilen düzeltmelerin (v_i) data-snooping yöntemiyle test edilerek atılan ölçü miktarları çizelge-11'de gösterilmiştir(KOK,1984).

BLOK KODU	w_i max.	ATILAN ÖLÇÜ MİKTARI
SF	3.53	3
NL	1.04	-
D	2.47	-
B	2.31	-
E	2.55	-
CH	2.19	-
A	1.89	-
P	1.67	-
F	2.52	-
I	3.33	3
DK	1.41	-
S	2.23	-
GB	3.53	4
N	2.89	-
UELN(73)	5.03	17

Çizelge 11: Uyuşumsuz ölçü (outlier) test sonuçları

Ayrıca toptan ve blok dengelemelerin model testi F dağılımıyla yapılmıştır.

$$F = \frac{\hat{\sigma}^2}{\sigma^2}$$
 formülüyle test büyüklüğü hesaplanmıştır.

Burada ;

$\hat{\sigma}^2$: Birim ağırlıklı ölçünün a-posteriori

$$\text{varyansı } (\hat{\sigma}^2 = \frac{V_{PV}^T}{f})$$

σ^2 : Birim ağırlıklı ölçünün a-priori

$$\text{varyansı } (\sigma^2 = 200 \times 10^{-6})$$

F , $F_{1-\alpha}$; f, ∞ tablo değeriyle karşılaştırılmıştır.

Tablo değerinde ;

α , $\lambda_0 = \lambda(\alpha_0, \beta_0, f, \infty)$ formülünden yararlanılmış

$$\alpha_0 = 0.001$$

$$\beta_0 = 0.80 \text{ alınmıştır.}$$

$$f = \text{serbestlik derecesi } (n-u)$$

$F < F_{1-\alpha}$; f, ∞ ise model kabul edilmiştir.

Yapılan model testlerinin sonuçları çizelge 12'de gösterilmiştir (KOK, 1984).

3. SONUÇ

786 noktadan oluşan Türkiye Temel Nirengi Ağrı 1954 yılında Amerika Birleşik Devletleri Savunma Harita Dairesinde (Defense Mapping Agency) dengelenmiştir. Bu dengelenmenin global güven ölçütleri olan birim ağırlıklı ölçünün apriori ve a posteriori standart sapmasından başka elimizde hazır bilgi yoktur.

Türkiye Temel Nirengi Ağının ilk dengelenmesinin yapıldığı 1954 yılından sonra, Ülke Nirengi Ağında açı, kenar ve azimut ölçüleri gibi ilave klasik ölçüler yapılmaktadır. Türkiye Temel Nirengi Ağının iyileştirilmesi, ilave klasik ölçülerin yapılmasının yanı sıra hesaplama yüzeyi olan elipsoide indirgenen ölçülerde distorsyonların olmamasına da bağlıdır. Ölçülerin elipsoid yüzeyine doğru bir şekilde indirgenebilmesi için homojen ve duyarlı bir ülke jeoidine gereksinme vardır. Homojen ve duyarlı bir ülke jeoidinin elde edilebilmesi için astronomi ve gravite ölçüleri sıklaştırılmaktadır. Sadece ölçülerin sıklaştırılması bu amaca ulaşmak için yeterli olmamakta, prediksiyon modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ülke koordinatlarının üç boyutlu geosentrik sisteme dönüştürülebilmesi için 1983 yılından beri Doppler ölçüleri de yapılmaktadır.

ÖLKE KODU	SERBESTLİK DERECESİ (f)	GÖVEN ARALığı (α)	HESAPLANAN TEST ($F = \hat{\sigma}^2 / \sigma^2$)	HESAPLANAN TABLO ($F_{1-\alpha; f, \infty}$)	KABUL MU ?
SF	19	0.10	1.45	1.43	HAYIR
NL	2	0.01	0.54	5.87	EVET
D	12	0.05	2.25	1.73	HAYIR
B	6	0.02	1.29	2.56	EVET
E	22	0.12	0.99	1.36	EVET
CH	2	0.01	2.42	5.87	EVET
A	3	0.01	1.38	4.21	EVET
P	5	0.01	0.75	2.89	EVET
F	39	0.21	1.08	1.17	EVET
I	26	0.14	2.52	1.30	HAYIR
DK	6	0.02	0.67	2.56	EVET
S	27	0.15	0.97	1.28	EVET
GB	15	0.07	2.09	1.57	HAYIR
N	65	0.31	0.87	1.08	EVET
UELN(73)	298	0.57	1.00	1.38	HAYIR

Çizelge 12 : Model testi sonuçları

Türkiye Temel Nirengi Ağının ölçüği ile dönüklüğünün iyileştirilmesi ve duyarlı bir ülke jeoidinin elde edilmesi amacıyla ilave ölçü faaliyetleri sürdürülürken, elde mevcut olan ilave klasik ölçülerde kullanılarak Türkiye Temel Nirengi Ağı yeniden dengelenerek geçici çözümler elde edilmelidir. Böylece hesaplama ve ölçü faaliyetlerinin geri beslemeli olarak sürdürülme ola-nağı doğacaktır.

Bu aşamada öncelikle, hesaplama ve analiz yapılmasına olanak veren güçlü bir yazılım paketine gereksinme olduğu değerlendirilmektedir.

K A Y N A K L A R

- /1/ BOUCHER, C. (1983) : Report of the RETrig Working Group on Space Techniques.
- /2/ BOUCHER, C. (1984) : Progress Report on the Use of Space Drived Data for the RETrig phase III.
- /3/ EHRNSPERGER, W.(1980) : The 1979 Adjustment of the United European Leveling Network (UELN) and Its Analysis of Precision and Reliability.
- /4/ EHRNSPERGER, W.(1984) : Report on the Computation of the Rough Solution of RETrig Phase III.
- /5/ KELM, R. (1982) : Preliminary Status Report on RETrig.
- /6/ KELM, R. (1984) : Activities of the International Computing Centre Munich from 1981 to 1984.
- /7/ KELM, R. (1985) : Computational Procedures in RETrig Phase III.
- /8/ KOK, J.J. (1984) : The United European Leveling Network (UELN-73)
A Short Review of the Status and Future Activities.
- /9/ PODER, K. (1984) : Notes on the RETrig Adjustment.
- /10/ : National Reports of the European Countries.