

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ ALIM İÇİN
SIKLAŞTIRMA NOKTASI AĞI
(KOÜ-ASN AĞI)**

**Abdullah EMİRLİ
100227003**

**Tuba Betül ZORBA
110227011**

**Hatice ATICI
110227019**

**Elif UĞURLU
110227001**

**Umut TUNA
110227003**

BİTİRME ÇALIŞMASI

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ ALIM İÇİN
SIKLAŞTIRMA NOKTASI AĞI
(KOÜ-ASN AĞI)**

**Abdullah EMİRLİ
100227003**

**Tuba Betül ZORBA
110227011**

**Hatice ATICI
110227019**

**Elif UĞURLU
110227001**

**Umut TUNA
110227003**

BİTİRME ÇALIŞMASI

**Danışman : Yrd. Doç. Dr. Orhan KURT
Üye : Prof. Dr. Haluk KONAK
Üye : Yrd. Doç. Dr. Cankut D. İNCE**

**KOCAELİ
Haziran, 2015**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTIMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KOORDİNAT SİSTEMLERİ	2
2.1 Yer Sabit Koordinat Sistemleri.....	2
2.2 Uzay Sabit Koordinat Sistemleri	3
2.3 Harita Bilgilerinin Elde Edilmesi	4
3. GNSS ÖLÇÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	6
3.1 Uydu Koordinatlarının Hesaplanması	6
3.2 Mutlak Konum Belirleme	7
3.3 Bağıl Konum Belirleme.....	8
3.4 GNSS Ağlarının Değerlendirilmesi.....	10
3.4.1 Matematik Model Testi.....	11
3.4.2 Uyuşumsuz Ölçüler Testi	11
4. NİVELMAN ÖLÇÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	12
4.1 Nivelman Ölçülerinin Ön Değerlendirmesi.....	12
4.2 Nivelman Ağlarının Dengelenmesi	12
5. GNSS ve NİVELMAN ÖLÇÜLERİNİN BİRLİKTE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	14
6. SAYISAL UYGULAMA	15
7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	20
KAYNAKLAR.....	21

INTERNET KAYNAKLARI	21
EKLER	22
Ek 1 GNSS baz vektörleri ve varyans-kovaryansları	23
Ek 2 GNSS ağı serbest dengeleme sonuçları	24
Ek 3 Nivelman ölçüleri ve serbest ağı dengeleme sonuçları.	26
Ek 4 GNSS ve Nivelman ölçülerinin birlikte değerlendirilmesi sonuçları.	27

SİMGE LİSTESİ

λ	Dalga boyu
X, Y, Z	Yermerkezli 3B kartezyen koordinatlar
φ, λ, h	Jeodezik eğri koordinatlar
n, e, u	İstasyon merkezli dik koordinatlar
A, z, s	İstasyon merkezli kutupsal koordinatlar
x, y	Projeksiyon koordinatları
c	Işık hızı
GM	Yerin çekim sabiti
w_E	Yerin açısal dönme hızı
a	Yörünge elipsinin büyük yan eksen
e	Yörünge elipsinin dış merkezliği
i	Ekvator düzlemi ile yörünge düzlemi arasındaki açı
ω	Enberi (Perigee) argümanı
Ω	Yükselme noktasının rektesenzasyonu
$GAST$	Greenwich görünen yıldız zamanı
M	Ortalama anomali
E	Eksentrik anomali
f	Gerçek anomali
n	Uydunun ortalama açısal hız
C_{xc}, C_{xs}	x 'in cosinüs ve sinüs terimlerinin katsayıları
R, Φ	Metre birimli kod ve faz ölçüleri
ρ	Geometrik uzunluk
\mathbf{A}	Düzeltilme denklemleri katsayılar matrisi
ℓ	Ötelenmiş gözlemler vektörü
\mathbf{P}	Ağırlık matrisi
\mathbf{v}, \mathbf{Q}_v	Düzeltilmeler vektörü ve ters ağırlık matrisi
\mathbf{x}, \mathbf{Q}_x	Bilinmeyenler vektörü ve ters ağırlık matrisi
$\hat{\mathbf{b}}, \mathbf{Q}_{\hat{b}}$	Gerçek değişkenler ve ters ağırlık matrisi
$\hat{\mathbf{a}}, \mathbf{Q}_{\hat{a}}$	Tamsayı bilinmeyenlerin gerçel değerleri ve ters ağırlık matrisi
$\tilde{\sigma}_0^2$	Tamsayı çözümü sonucu ulaşılan varyans
$\Delta \mathbf{X}_{jk}, \mathbf{P}_{jk}^{-1}$	Tamsayı çözümü sonucu baz bileşenleri ve ters ağırlık matrisi
σ_0^2	Birim ölçünün öncül varyansı
$\hat{\sigma}_0^2$	Birim ölçünün soncul varyansı
\mathbf{G}	Benzerlik dönüşümü katsayılar matrisi
\mathbf{I}_3	3x3 Boyutlu Birim Matris
$E\{x\}$	x in umut değeri
f	Dengelemenin serbestlik derecesi
g	Test edilecek grubun boyutu
R_g	Test edilecek grubun dış merkezlik elemanı

KISALTMA LİSTESİ

ASN	Alım için Sıklaştırma Noktası
BFB	Başlangıç Faz Belirsizliği
DD	Double Differences
DORIS	Doppler Orbitography and Radio positioning Integrated by Satellite)
ED50	European Datum 1950
GNSS	Global Navigation Satellite System
GRS80	Geodatic Reference System 1980
HGK	Harita Genel Komutanlığı
HKMO	Harita Kadastro Mühendisleri Odası
IERS	International Earth Rotation Service
KOÜ	Kocaeli Üniversitesi
LLR	Lunar Laser Ranging
SD	Single Differences
SLR	Satellite Laser Ranging
TD	Triple Differences
TKGM	Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
TUTGA	Türkiye Temel GPS Ağı
VLBI	Very Long Baseline Interferometry
WGS84	World Geodatic System 1984

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
ŞEKİL 1 Yer Sabit Koordinat Sistemleri (Kurt, 2013)	2
ŞEKİL 2 Uzay Sabit Koordinat Sistemleri, Almanak ve Yayın Yörünge Bilgileri (Kurt, 2010).4	4
ŞEKİL 3 Mutlak Konum Belirleme (Kurt, 1998).....	8
ŞEKİL 4 Bağlı Konum Belirleme (Kurt, 1998).	9
ŞEKİL 5 GNSS Ağı Serbest Dengeleme Sonuçları (EK 2).	16
ŞEKİL 6 Nivelman Ağı Ölçme Planı (Ek 3).	17
ŞEKİL 7 GNSS ve Nivelman Ölçülerinin Birlikte Dengelenmesi (Ek 4).....	19

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
ÇİZELGE 1 Planlanan ve ölçülen optimum ulaşım planı.....	15
ÇİZELGE 2 Oturumlar sonucu elde edilen bağımsız bazlar.....	17

ÖNSÖZ

Jeodezik Ağlar günümüzde; hızlı, ekonomik ve yüksek doğruluklu GNSS ölçüleri ile değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, bir GNSS ağı sayısal uygulama modeli olarak seçilmiştir.

Çalışma süresinde değerli zamanını bizden esirgemeyen, bilgi ve tecrübesi ile her konuda bize yol gösteren yardımlaşma anlayışından dolayı değerli danışman hocamız Yrd. Doç. Dr. Orhan KURT'a ve maddi manevi desteklerini esirgemeyen ailelerimize sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Abdullah EMİRLİ

Tuba Betül ZORBA

Hatice ATICI

Elif UĞURLU

Umut TUNA

Haziran 2015, Kocaeli

ÖZET

Bu çalışma; Arazi Uygulaması, Jeodezik Ağlar ve Uygulamaları derslerinde kullanılmak için kurulan jeodezik ağın yatay ve düşey konum bilgilerini belirlemek için tasarlanmıştır. Ölçülmesi ve konum bilgilerinin hesaplanması düşünülen söz konusu ağ; Kocaeli Üniversitesi Alım İçin Sıklaştırma Noktası Ağı (KOÜ-ASN) olarak tanımlanmıştır.

Bu ağın ölçme planı tasarlanan ağın tamamı üzerinden yapılmış, tesis edilmeyen iki adet nokta göz ardı edilerek diğer noktalarda yapılması gereken bütün baz ölçüleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Umuttepe Yerleşkesinin üst kısmında kalan bir poligon lupunda da nivelman ölçüleri gerçekleştirilmiştir. GNSS (Global Navigation Satellite System) ağı, nivelman ağı önce ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede elde edilen ön bilgilerden yararlanılarak GNSS ve nivelman ağları birlikte değerlendirilerek sonuçlara gidilmiştir.

Ölçülen GNSS baz bileşenleri, nivelman yükseklik farkları ve ulaşılan sonuçlar ekler halinde bitirme çalışmasına eklenmiştir.

Anahtar Sözcükler: GNSS Ağ Dengelemesi, Nivelman Ağ Denglemesi, GNSS ve Nivelman Ölçülerinin Birlikte Dengelenmesi.

ABSTRACT

This undergraduate thesis is designed to determine the point positions in the horizontal and vertical geodetic network established for the classes of Field Works and Geodetic Networks and Applications. The network in which the point positions are calculated is called as Kocaeli University Densification Point Network (KOU-DPN).

Although the baseline observation plan was carried out among all network points, remaining baselines among the points placed on the field were observed except for the two points no constructed. In addition, a leveling loop was made via geometric leveling stuffs. GNSS (Global Navigation Satellite System) network and the leveling network were evaluated separately. Pre-information obtained from these evaluation GNSS and leveling networks were used in the integrated evaluation for GNSS and the leveling measurements, and some results about the all evaluations were given.

GNSS baseline components, the leveling height differences and the handled results are given in the appendixes of the undergraduate thesis.

Keywords: GNSS Network Adjustment, Leveling Network Adjustment, GNSS and Leveling Adjustment.

1. GİRİŞ

Bir noktanın konumunun belirlenmesinin en doğru yolu jeodezik bir ağ kurmaktır. Kurulan jeodezik ağlar ölçüm tekniklerine göre GNSS Ağları, Yersel Ağlar ve Bütünleşik Ağlar olarak oluşturulabilir. Yapılan çalışmalar GNSS ölçüm tekniklerinin yersel ölçülerle desteklendiği bütünleşik ağ modelinin nokta konum bilgilerinin elde edilmesi için en güvenilir yöntem olduğunu göstermektedir.

Kocaeli Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümünde verilmekte olan Arazi Uygulamaları, Jeodezik Ağlar ve Uygulamaları derslerine dayanak oluşturması için Kocaeli Üniversitesi Alım İçin Sıklaştırma Noktası Ağı (KOÜ-ASN Ağı) kurulmuştur. Tasarımı yapılan KOÜ-ASN Ağı, 8 Nirengi ve 16 Poligon noktası ile 3.5 km²'lik alanı kapsamaktadır. KOÜ-ASN Ağı'ndaki yatay konum bilgilerini bulabilmek için GNSS gözlemleri yapılması düşünülmüştür. Önce GNSS Ağının ölme planı yapılmış; planlamada doğrusal bağımlı bazların olmamasına, ölçülecek bazları oluşturan noktalara ulaşımın hızlı ve kolay olmasına dikkat edilmiştir. GNSS ölçümleri ile ağdaki noktaların yer merkezli bağıl koordinatları hesaplanmıştır. Elde edilen bağıl koordinatlar, dolaylı ölçüler yöntemi ağ düzeninde serbest olarak dengelenmiştir. Dengeleme sonunda nokta konum duyarlıkları belirlenmiştir. GNSS Ağı noktalarının istasyon merkezli koordinatlardaki düşey bileşeninin güvenilirliğini artırmak için geometrik nivelman ölçüleri yapılmıştır.

GNSS ve geometrik nivelman ölçüleri ayrı ayrı ve birlikte olmak üzere üç farklı dengeleme yapılmıştır. GNSS ve geometrik yükseklik ölçülerinin birlikte değerlendirilmesinde; ortometrik ve elipsoit yükseklik farkları birbirlerine yaklaşık olarak eşit alınabilmektedir.

Bu çalışmada, GNSS ölçümlerinin yersel ölçümlerle birlikte değerlendirilmesi için bütünleşik ağ dengelenmesi yapılmıştır. Farklı türden ölçülerin birbirlerini zayıf yönlerini denetlediklerinden güvenilirliklerinin arttığı görülmüştür.

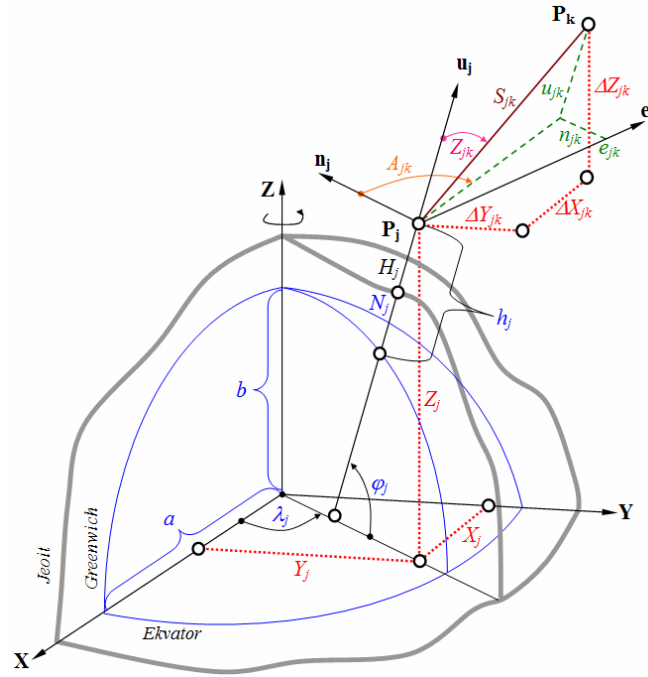
Tasarımı yapılan KOÜ-ASN Ağı'nda GNSS ve geometrik nivelman ölçüleri yapılmış; bütün ölçüler kendi ortamlarında ve birlikte değerlendirilmiştir. Ölçülen GNSS baz bileşenleri, geometrik yükseklik farkı ölçüleri ve ulaşılan bütün sonuçlar ekler halinde sunulmuştur.

2. KOORDİNAT SİSTEMLERİ

Uydu teknikleri ve yersel ölçülerin bir arada değerlendirildiği ağların birlikte değerlendirebilmesi için yer ve uzay sabit koordinat sistemlerinin kavranması gerekmektedir. Yer sabit koordinat sistemleri; günümüzde kullandığımız koordinatların dayandığı yatay ve düşey datumları tanımlamamıza yardımcı olmaktadır. Uzay sabit koordinat sistemleri GNSS ölçümlerinde sabit alınan uydu koordinatlarının hesaplanmasında kullanılan koordinat sistemleridir.

2.1 Yer Sabit Koordinat Sistemleri

Yatay datum ve düşey datumu tanımlamamıza yarayan ve yer ile birlikte hareket eden koordinat sistemleridir. Bunlar; yer merkezli kartezyen (X,Y,Z), yer merkezli eğrisel (φ,λ,h), istasyon merkezli kartezyen (n,e,u), istasyon merkezli kutupsal (A,z,s) ve ortometrik yüksekliklerin (H) tanımlandığı Jeoit olarak tanımlanabilir (ŞEKİL 1).



ŞEKİL 1 Yer sabit koordinat sistemleri (Kurt, 2013)

Yer merkezli üç boyutlu (3B) koordinat sistemlerine örnek WGS84 ve ITRFXX verilebilir. GNSS ile bu koordinat sistemindeki mutlak (X,Y,Z) ve bağıl koordinatlar ($\Delta X,\Delta Y,\Delta Z$) elde edilir. Yermerkezli eğrisel (jeodezik eğri koordinatlar) (jeodezik enlem, jeodezik boylam,

elipsoit yüksekliği) ile gösterilir (ŞEKİL 1). Yer merkezli kartezyen koordinatlar ile jeodezik eğri koordinatlar arasındaki dönüşümler, seçilen döne elipsoit parametrelerinden yararlanarak aşağıdaki bağıntılar ile elde edilir.

$$\begin{bmatrix} X_j \\ Y_j \\ Z_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (N_j + h_j) \cos \varphi_j \cos \lambda_j \\ (N_j + h_j) \cos \varphi_j \sin \lambda_j \\ ((1 - e^2)N_j + h_j) \sin \varphi_j \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$N_j = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi_j}}, \quad e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$\begin{bmatrix} \varphi_j \\ \lambda_j \\ h_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \arctan \left\{ \frac{Z_j + \bar{e}^2 b \sin^3 t_j}{p_j - e^2 a \cos^3 t_j} \right\} \\ \arctan \left\{ \frac{Y_j}{X_j} \right\} \\ \frac{p_j}{\cos \varphi_j} - N_j \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\bar{e}^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2}, \quad p_j = \sqrt{X_j^2 + Y_j^2}, \quad t_j = \arctan \left\{ \frac{a Z_j}{b p_j} \right\}$$

Bağıntılarda geçen; döne elipsoidi büyük yarı eksenini (a) ve küçük yarı eksenini (b) ile gösterilmiştir (ŞEKİL 1).

Jeoit ten olan ortometrik yükseklikler (H), bütün mühendislik amaçlı çalışmaların yükseklik bilgisini oluştururlar. Geometrik nivelman ile bu yükseklik farkları elde edilir (ŞEKİL 1).

2.2 Uzay Sabit Koordinat Sistemleri

Galaksilerin, yıldızların, doğal ve yapay uyduların konumlarını tanımlamak için kullanılan koordinat sistemleridir. Göksel Koordinat Sistemleri olarak da tanımlanır. Günümüzde en yaygın kullanılan uzay sabit koordinat sistemi, yerin dönme eksenini (Z), bahar noktası (γ) ve ekvatora göre tanımlanır. Uzak gök cisimlerini tanımlarken sadece doğrultuları gösteren rektasenzasyon (α yada Ω) ve deklinasyon ($\delta \equiv \varphi$) ve . Ayrıntılı bilgi için Kurt (2007) kaynağına bakınız (Kurt, 2007).

koordinatlardan (λ, φ, h) , yukarı ($=x$) ve sağa ($=y+500000$) koordinatlara dönüşüm (3) bağıntılarından yararlanılarak hesaplanır.

$$\begin{aligned}
 \mathbf{x} &= b_1 (\varphi + b_2 \sin(2\varphi) + b_3 \sin(4\varphi) + b_4 \sin(6\varphi) + b_5 \sin(8\varphi)) \\
 &+ (L \cos\varphi)^2 t N / 2 \\
 &+ (L \cos\varphi)^4 (5 - t^2 + 9\eta + 4\eta^2) / 24 \\
 &+ (L \cos\varphi)^6 (61 - 58t^2 + t^4 + 270\eta - 330t^2\eta) / 720 \\
 &+ (L \cos\varphi)^8 (1385 - 3111t^2 + 543t^4 - t^6) / 40320 \\
 &+ \dots
 \end{aligned} \tag{3a}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{y} &= N L \cos\varphi \\
 &+ (L \cos\varphi)^3 (1 - t^2 + \eta) / 6 \\
 &+ (L \cos\varphi)^5 (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta - 58t^2\eta) / 120 \\
 &+ (L \cos\varphi)^7 (61 - 479t^2 + 179t^4 - t^6) / 5040 \\
 &+ \dots
 \end{aligned} \tag{3b}$$

$$\mathbf{L} = \lambda - \lambda_0$$

$$\mathbf{t} = \tan\varphi$$

$$\mathbf{n} = (a-b) / (a+b)$$

$$\mathbf{b}_3 = 15n^2/16 - 15n^4/32$$

$$\mathbf{\eta} = (a^2 - b^2) (\cos\varphi/b)^2$$

$$\mathbf{b}_1 = (a+b) (1/2 + n^2/8 + n^4/128)$$

$$\mathbf{b}_4 = -35n^3/48 + 105n^5/256$$

$$\mathbf{N} = a^2/b / (1+\eta)^{1/2}$$

$$\mathbf{b}_2 = -3n/2 + 9n^3/16 - 3n^5/32$$

$$\mathbf{b}_5 = 315n^4/512$$

Projeksiyon koordinatlarından jeodezik eğri koordinatlara dönüşüm ise (4) bağıntıları ile gerçekleştirilir (Kurt, 2007).

$$\begin{aligned}
 \varphi &= \varphi_0 \\
 &+ t (y/N)^2 (-1 - \eta) / 2 \\
 &+ t (y/N)^4 (5 + 3t^2 + 6\eta - 6t^2\eta - 3\eta^2 - 9t^2\eta^2) / 24 \\
 &+ t (y/N)^6 (-61 - 90t^2 - 45t^4 - 107\eta + 162t^2\eta + 45t^4\eta) / 720 \\
 &+ t (y/N)^8 (1385 + 3633t^2 + 4095t^4 + 1575t^6) / 40320 \\
 &+ \dots
 \end{aligned} \tag{4a}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \lambda_0 \\
 &+ y / (N \cos\varphi_0) \\
 &+ (y/N)^3 (-1 - 2t^2 - \eta) / (6 \cos\varphi_0) \\
 &+ (y/N)^5 (5 + 28t^2 + 24t^4 + 6\eta + 8t^2\eta) / (120 \cos\varphi_0) \\
 &+ (y/N)^7 (-61 - 662t^2 - 1320t^4 - 720t^6) / (5040 \cos\varphi_0) \\
 &+ \dots
 \end{aligned} \tag{4b}$$

$$\mathbf{n} = (a-b) / (a+b)$$

$$\mathbf{b}_2 = 3/2\eta - 27/32\eta^3 + 269/512\eta^5$$

$$\mathbf{b}_4 = 151/96n^3 + 417/128 \eta^5$$

$$\mathbf{b}_1 = (a+b) (1/2 + n^2/8 + n^4/128)$$

$$\mathbf{b}_3 = 21/16\eta^2 - 55/32\eta^4$$

$$\mathbf{b}_5 = 1097/512\eta^4$$

$$\varphi_0 = x/b_1 + b_2 \sin(2x/b_1) + b_3 \sin(4x/b_1) + b_4 \sin(6x/b_1) + b_5 \sin(8x/b_1)$$

$$\mathbf{t} = \tan\varphi_0$$

$$\mathbf{N} = a^2/b / (1+\eta)^{1/2}$$

$$\mathbf{\eta} = (a^2 - b^2) (\cos\varphi_0/b)^2$$

3. GNSS ÖLÇÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Uydu ile alıcı arasında ölçülen kod ($R_i^j(t)$) ve faz ($\Phi_i^j(t)$) ölçülerinin değerlendirilmesi sonucu, iki tür konum belirleme yapılır. Bunlar; mutlak konum ve bağıl konum belirlemedir. Mutlak konum belirlemede noktanın mutlak (X,Y,Z) koordinatları, en iyi desimetre doğrulukta elde edilebilirken, bağıl konum belirlemede iki nokta arasındaki bağıl ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$) koordinatlar santimetre doğruluklu olarak elde edilirler.

$$R_i^j(t) + c \delta^j(t) = \rho_i^j(t) + c \delta_i(t) + T_i^j(t) + I_i^j(t) + e_i^j(t) \quad (5a)$$

$$\Phi_i^j(t) + c \delta^j(t) = \rho_i^j(t) + c \delta_i(t) + \lambda N_i^j(t_0) + T_i^j(t) - I_i^j(t) + \varepsilon_i^j(t) \quad (5b)$$

$$\rho_i^j(t) = \sqrt{(X^j(t) - X_i)^2 + (Y^j(t) - Y_i)^2 + (Z^j(t) - Z_i)^2}$$

Uydu (j) ve alıcı (i) olmak üzere (5) bağıntılarında; geometrik uzunluk (ρ_i^j), uydu ve alıcı saat hatası (δ^j ve δ_i), taşıyıcı dalga boyu (λ), troposfer hatası (T_i^j), iyonosfer hatası (I_i^j), kod ve faz ölçülerinin rasgele hataları (e_i^j ve ε_i^j) simgeleri ile gösterilmiştir.

Bu bağıntılar, uydu koordinatları sabit alınır ve alıcı koordinatları bilinmeyen seçilerek Taylor serisine açılır.

3.1 Uydu Koordinatlarının Hesaplanması

Kepler yörünge elemanlarına dayalı olarak verilen almanak ve yayın yörünge bilgilerinden uydu koordinatları aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır. Temel eşitlikler aynı olmakla beraber anlık yörünge elemanlarında sadece düğüm noktasının rektasenziyonunun düzeltme terimi ($\Delta \ell$) yer alır, diğer düzeltme terimleri yer almaz (Kurt, 2008). Ölçü anı (t), uydu referans anı (t_0) ve saat referans anı (t_c) olmak üzere t anındaki uydu koordinatları aşağıdaki bağıntılar ile bulunur (ŞEKİL 2).

$$t_k = t - t_0$$

$$M_k = M_0 + \left\{ \sqrt{GM/a^3} + \Delta n \right\} t_k \quad E_k^{(0)} = M_k \quad (6a)$$

$$E_k = M_k + e \sin E_k \quad \left| E_k^{(i+1)} - E_k^{(i)} \right| \leq 1e-14 \quad (6b)$$

$$\tan f_k = \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E_k}{\cos E_k - e} \quad \mathbf{u}_0 = \mathbf{w}_0 + \mathbf{f}_k \quad (6c)$$

$$\mathbf{u}_k = \mathbf{u}_0 + C_{uc} \cos(2u_0) + C_{us} \sin(2u_0) \quad (6d)$$

$$\mathbf{i}_k = \mathbf{i}_0 + \Delta \mathbf{i} t_k + C_{ic} \cos(2u_0) + C_{is} \sin(2u_0) \quad (6e)$$

$$\mathbf{r}_k = a(1 - e \cos E_k) + C_{rc} \cos(2u_0) + C_{rs} \sin(2u_0) \quad (6f)$$

$$\ell_k = \ell_0 + (\Delta \ell - w_E) t_k - w_E t_0 \quad (6g)$$

$$\begin{bmatrix} X^k \\ Y^k \\ Z^k \\ \delta^k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_k (\cos \ell_k \cos u_k - \sin \ell_k \sin u_k \cos i_k) \\ r_k (\sin \ell_k \cos u_k + \cos \ell_k \sin u_k \cos i_k) \\ r_k \sin u_k \sin i_k \\ a_0 + a_1(t - t_c) + a_2(t - t_c)^2 \end{bmatrix} \quad (6h)$$

Yer sabit koordinat sisteminde belli zaman aralıklarındaki uydu koordinatlarına dayanılarak oluşturulan SP3 formatındaki duyarlı yörünge koordinatları Lagrange enterpolasyonu ile hesaplanır. $f(t_j)$ fonksiyon değerlerinin, t_j ($j=0,1,\dots,n$) anlarında verilmiş olsun. Bu verilenlerden önce her bir veriye ait baz fonksiyonları $\ell_j(t)$ hesaplanır. İstenen t anı için istenen fonksiyon değeri baz fonksiyonlarından yararlanarak hesaplanır.

$$\ell_j(t) = \prod_{\substack{k=0 \\ j \neq k}}^n \frac{(t - t_k)}{(t_j - t_k)} \quad (j = 0,1,\dots,n) \quad (7a)$$

$$f(t) = \sum_{j=0}^n [f(t_j) \ell_j(t)] \quad (7b)$$

Elde edilen uydu koordinatları mutlak yada bağıl konum belirlemede, sabit koordinatlar olarak kullanılırlar (Kurt, 2008).

3.2 Mutlak Konum Belirleme

Alicının kesin koordinatları ($X_i = X_{i0} + \delta X_i$, $Y_i = Y_{i0} + \delta Y_i$, $Z_i = Z_{i0} + \delta Z_i$) ve ışık hızı c olmak üzere kod ve faz ölçüleri aşağıdaki gibi doğrusallaştırılır.

$$\mathbf{A}_i^j(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_{X_i}^j & \mathbf{a}_{Y_i}^j & \mathbf{a}_{Z_i}^j & c & 0 \\ \mathbf{a}_{X_i}^j & \mathbf{a}_{Y_i}^j & \mathbf{a}_{Z_i}^j & c & \lambda \end{bmatrix} \quad \ell_i^j(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{R}_i^j(t) + c \delta^j(t) - \rho_{i0}^j(t) - T_i^j(t) + I_i^j(t) \\ \Phi_i^j(t) + c \delta^j(t) - \rho_{i0}^j(t) - T_i^j(t) - I_i^j(t) \end{bmatrix} \quad (8a)$$

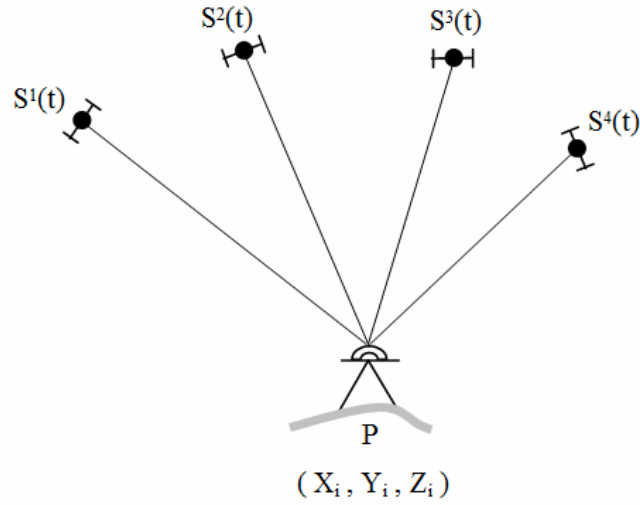
$$\mathbf{a}_{X_i}^j = -\frac{X^j(t) - X_{i0}}{\rho_{i0}^j(t)}, \quad \mathbf{a}_{Y_i}^j = -\frac{Y^j(t) - Y_{i0}}{\rho_{i0}^j(t)}, \quad \mathbf{a}_{Z_i}^j = -\frac{Z^j(t) - Z_{i0}}{\rho_{i0}^j(t)}$$

$$\mathbf{x} = [\delta X_i \quad \delta Y_i \quad \delta Z_i \quad \delta_i \quad N_i^j(t_0)]^T \quad \mathbf{v}_i^j(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i^j(t) \\ \boldsymbol{\varepsilon}_i^j(t) \end{bmatrix} \quad (8b)$$

$$\mathbf{P}_i^j(t) = \sigma_0^2 \begin{bmatrix} \sigma_R^{-2} & 0 \\ 0 & \sigma_\Phi^{-2} \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \mathbf{e}_i^j(t) \sim N(0, \sigma_R) \\ \boldsymbol{\varepsilon}_i^j(t) \sim N(0, \sigma_\Phi) \end{array} \quad (8c)$$

$$\mathbf{v}_i^j(t) = \mathbf{A}_i^j(t) \mathbf{x} - \ell_i^j(t) \quad \mathbf{P}_i^j(t) \quad (8d)$$

Birden fazla uyduya yapılan faz ve kod ölçüleri kullanılarak alıcı nokta koordinatları EKK (En Küçük Kareler) yöntemi ile hesaplanır (ŞEKİL 3).



ŞEKİL 3 Mutlak konum belirleme (Kurt, 1998).

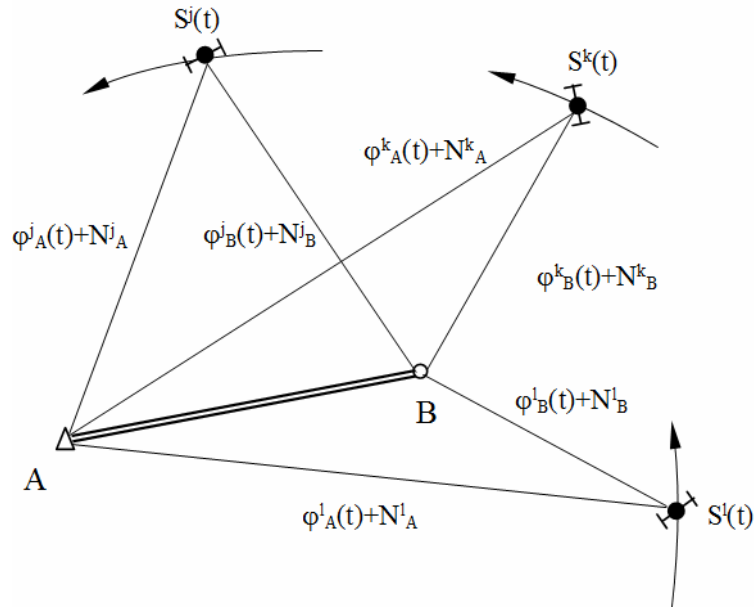
Bulunan mutlak koordinatlar bağıl konum belirlemede ve GNSS ağı dengelemesinde yaklaşık koordinatlar olarak kullanılır.

3.3 Bağıl Konum Belirleme

Bağıl konum belirleme; farklı iki alıcı ile aynı anda aynı uyduya yapılan ölçülen faz ve kod

ölçülerinin farklarını alarak yapılır. Sabit alıcının koordinatları değişmez kabul edilir ve gezici alıcının koordinatları bilinmeyen olarak seçilir.

Tekli farklar (SD: Single Differences), ikili farklar (DD: Double Differences) ve üçlü farklar (TD: Triple Differences) şeklinde yapılabilir. DD matematik model; alıcı ve uydu saat hatalarını tamamen ortadan kaldırması, atmosferik etkileri azaltması, epoklar arası matematiksel olarak korelasyonsuz olması ve ardışık dengelemeye uygun olması nedeni ile, bir çok ticari ve akademik yazılım için türetilmiş temel ölçü büyüklüğüdür (ŞEKİL 4).



ŞEKİL 4 Bağlı konum belirleme (Kurt, 1998).

Sabit alıcı A ve gezici alıcı B olmak üzere DD kod ve faz ölçüleri aşağıdaki bağıntılar ile temsil edilir.

$$R_{AB}^{jk}(t) - T_{AB}^{jk}(t) + I_{AB}^{jk}(t) = \rho_{AB}^{jk}(t) + e_{AB}^{jk}(t) \quad (9a)$$

$$\Phi_{AB}^{jk}(t) - T_{AB}^{jk}(t) - I_{AB}^{jk}(t) = \rho_{AB}^{jk}(t) - \lambda N_{AB}^{jk} + \varepsilon_{AB}^{jk}(t) \quad (9b)$$

$$N_{AB}^{jk} = N_B^k - N_B^j - N_A^k + N_A^j, \quad N = \{R, \Phi, T, I, \rho, N, e, \varepsilon\}$$

Toplanan bütün ölçüler ile kurulan normal denklemlerin çözümünde iki tür bilinmeyen oluşur. Gerçel sayılar olan baz bileşenleri (ve kestirilmek istenen diğer gerçel bilinmeyenler) ve tamsayı olması gereken faz bilinmeyenleri.

Gerçel Çözüm (Float Solution): Bütün bilinmeyenler gerçel sayılar olarak elde edilir.

$$\begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}} \\ \hat{\mathbf{a}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{b}}} & \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{b}}\hat{\mathbf{a}}} \\ \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{a}}\hat{\mathbf{b}}} & \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{a}}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{y} \\ \mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{y} \end{bmatrix} \quad \forall \hat{\mathbf{b}} \in \mathbb{R}^3 \text{ ve } \forall \hat{\mathbf{a}} \in \mathbb{R} \quad (10)$$

Tamsayı Kestirme (Ambiguity Resolution): Bu aşamada TEKK (Tamsayı EKK) uygulanır.

$$(\hat{\mathbf{a}} - \tilde{\mathbf{a}})^T \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{a}}}^{-1} (\hat{\mathbf{a}} - \tilde{\mathbf{a}}) \rightarrow \min \quad \forall \tilde{\mathbf{a}} \in \mathbb{Z} \quad (11)$$

Çözüm Tamamlanması (Fixed Solution): TEKK sonucu elde reel çözüme en yakın tamsayı faz bilinmeyenleri ile baz çözümü geliştirilir.

$$\Delta \mathbf{X}_{jk} = \hat{\mathbf{b}} - \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{b}}\hat{\mathbf{a}}} \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{a}}}^{-1} (\hat{\mathbf{a}} - \tilde{\mathbf{a}}) \quad (12a)$$

$$\mathbf{P}_{jk}^{-1} = \tilde{\sigma}_0^2 \{ \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{b}}} - \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{b}}\hat{\mathbf{a}}} \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{a}}}^{-1} \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{a}}\hat{\mathbf{b}}} \} \quad (12b)$$

$$\tilde{\mathbf{e}}^T \mathbf{P} \tilde{\mathbf{e}} = \hat{\mathbf{e}}^T \mathbf{P} \hat{\mathbf{e}} + (\hat{\mathbf{a}} - \tilde{\mathbf{a}})^T \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{a}}}^{-1} (\hat{\mathbf{a}} - \tilde{\mathbf{a}}), \quad \tilde{\sigma}_0^2 = \pm \tilde{\mathbf{e}}^T \mathbf{P} \tilde{\mathbf{e}} / (d m n - 3)$$

(12) bağıntılarında; gerçel çözüm sonucunda elde edilen düzeltmeler ($\hat{\mathbf{e}}$), dalga boyu sayısı (d), uydu sayısı (n+1), epok sayısı (m) olarak gösterilmiştir.

(12) bağıntıları ile elde edilen baz bileşenleri ve bunların varyans-kovaryans matrisi ağ dengelemesinde ölçü büyüklüklerini oluştururlar.

3.4 GNSS Ağlarının Değerlendirilmesi

Bir önceki bölümde (12) bağıntısı ile elde edilen baz bileşenleri ölçüler olarak ele alınır ve ağ nokta koordinatları bilinmeyen olarak seçilirse, tek bir baz için matematik model (13) bağıntısı ile kurulur.

$$\Delta \mathbf{X}_{jk} = \begin{bmatrix} -\mathbf{I}_3 & \mathbf{I}_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{X}_j \\ \mathbf{X}_k \end{bmatrix} \quad \mathbf{P}_{jk} \quad (13)$$

Ölçülen bütün bazlar ile kurulan matematik model aşağıdaki şekilde çözülür.

$$\mathbf{v} = \mathbf{A} \mathbf{x} - \ell \quad \mathbf{P} \quad (14a)$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{Q}_x \mathbf{A}^T \mathbf{P} \ell \quad (14b)$$

$$\mathbf{Q}_v = \mathbf{P}^{-1} - \mathbf{A} \mathbf{Q}_x \mathbf{A}^T \quad (14c)$$

$$\mathbf{G}^T = \frac{1}{\sqrt{p}} [\mathbf{I}_3 \quad \mathbf{I}_3 \quad \cdots \quad \mathbf{I}_3], \quad \mathbf{Q}_x = (\mathbf{A}^T \mathbf{P} \mathbf{A} + \mathbf{G} \mathbf{G}^T)^{-1} - \mathbf{G} \mathbf{G}^T$$

Ağ dengelemesi sonucu elde edilen koordinatlar, ortak noktalar yardımı ile ülke sistemine bağlanır (Öztürk ve Şernbetçi, 1992; Kurt, 2001). Ağ dengelemesi sırasında model ve uyumsuz ölçüler testi yapılmalıdır.

3.4.1 Matematik Model Testi

σ_0^2 biliniyorsa matematik model testi;

$$\begin{aligned} H_0 : E\{m_0^2\} &= \sigma_0^2 \\ H_S : E\{m_0^2\} &\neq \sigma_0^2 \end{aligned} \quad T = f \frac{m_0^2}{\sigma_0^2} \sim \chi_{(f, 1-\alpha)}^2 \quad (15a)$$

bilinmiyorsa ($m_0^2 \leq s_0^2$);

$$\begin{aligned} H_0 : E\{m_0^2\} &= E\{s_0^2\} = \sigma_0^2 \\ H_S : E\{m_0^2\} &\neq E\{s_0^2\} \end{aligned} \quad T = \frac{s_0^2}{m_0^2} \sim F_{(f_s, f, 1-\alpha)} \quad (15b)$$

bağıntıları ile yapılır.

3.4.2 Uyuşumsuz Ölçüler Testi

σ_0^2 biliniyorsa uyumsuz ölçüler testi;

$$\begin{aligned} H_0 : E\{R_g\} &= 0 \\ H_S : E\{R_g\} &\neq 0 \end{aligned} \quad T = \frac{R}{\sigma_0^2} \sim \chi_{(g, 1-\alpha_0)}^2 \quad (16a)$$

$$\mathbf{R}_g = (\mathbf{P} \mathbf{v})_g^T (\mathbf{P} \mathbf{Q}_v \mathbf{P})_g^{-1} (\mathbf{P} \mathbf{v})_g, \quad g = \text{rank}\{(\mathbf{P} \mathbf{Q}_v \mathbf{P})_g\}$$

$$\mathbf{P} \mathbf{v} = \begin{bmatrix} (\mathbf{P} \mathbf{v})_g \\ (\mathbf{P} \mathbf{v})_k \end{bmatrix}, \quad \mathbf{P} \mathbf{Q}_v \mathbf{P} = \begin{bmatrix} (\mathbf{P} \mathbf{Q}_v \mathbf{P})_g & (\mathbf{P} \mathbf{Q}_v \mathbf{P})_{gk} \\ \text{sim.} & (\mathbf{P} \mathbf{Q}_v \mathbf{P})_k \end{bmatrix}$$

bilinmiyorsa, aşağıdaki bağıntılar ile yapılır.

$$\begin{aligned} H_0 : E\{R_g\} &= 0 \\ H_S : E\{R_g\} &\neq 0 \end{aligned} \quad T = \frac{R}{g m_0^2} \sim F_{(g, f, 1-\alpha_0)} \quad (16b)$$

4. NİVELMAN ÖLÇÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nivelman ölçüleri tek boyutlu GNSS baz ölçüleri gibi değerlendirilir. GNSS de baz bileşenleri (kod ve faz ölçülerinin değerlendirilmesi ile) dolaylı olarak elde edilirken, nivelmanda ortometrik yükseklik farkları (ΔH) nivo ile doğrudan ölçülürler. Genellikle gidiş dönüş ölçüleri olmak üzere iki kez ölçülen yükseklik farkları, ön değerlendirme aşamasında ağırlıkları farklı ölçü çiftleri olarak değerlendirilirler (Öztürk ve Şerbetçi, 1989).

4.1 Nivelman Ölçülerinin Ön Değerlendirmesi

Ağırlıkları farklı ölçü çiftlerinin değerlendirilmesi aşağıdaki şekilde yapılır. Gidiş-dönüş ölçülerinin farkı (d) ve gidiş dönüş ölçüsünün ağırlığı ($p = 1/s_{km}$) olmak üzere; birim ($p = 1$) gidiş yada dönüş ölçüsünün ortalama hatası (m_0), birim ($p = 1$) gidiş ve dönüş ölçüsünün ortalamasının ortalama hatası (m_ℓ), ağırlığı (p_i) olan gidiş yada dönüş ölçüsünün ortalama hatası (m_i), ağırlığı (p_i) olan gidiş ve dönüş ölçüsünün ortalamasının ortalama hatası ($m_{\ell i}$) (17) bağıntıları ile hesaplanır.

$$(i = 1, 2, \dots, n)$$

$$d_i = \ell_{Gi} - \ell_{Di} \quad p_i = 1/s_i^{km} \quad (17a)$$

$$m_\ell = \pm \frac{m_0}{\sqrt{2}} \quad (17b)$$

$$m_{\ell i} = \pm \frac{m_\ell}{\sqrt{p_i}} = \pm m_\ell \sqrt{s_{i,km}} = \pm m_0 \sqrt{\frac{s_{i,km}}{2}} \quad (17c)$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[pdd]}{2n}}, \quad m_i = \pm \frac{m_0}{\sqrt{p_i}}$$

(17c) bağıntısı ile elde edilen ortalama hatalar ölçülen yükseklik farkının duyarlılığını oluşturur.

4.2 Nivelman Ağlarının Dengelenmesi

GNSS ağlarının dengeleme bağıntıları olan (13) ve (14) bağıntıları tek boyutlu olarak yazılırsa, nivelman ağ dengelenmesi yapılmış olur. Bilinmeyenler ortometrik yükseklikler (H),

ölçüler yükseklik fark ölçüleri (ΔH) olarak seçilir ve (17c) bağıntısı kullanılarak; nivelman ağ dengelenmesi aşağıdaki bağıntılarla yapılır.

$$\Delta H_{jk} = [-1 \quad 1] \begin{bmatrix} H_j \\ H_k \end{bmatrix} \quad P_{jk} = \frac{\sigma_0^2}{m_{jk}^2} \quad (18)$$

Ölçülen bütün yükseklik farkları ile kurulan matematik model, (14) bağıntıları ile sadece $\mathbf{G}^T = 1/\sqrt{p} [1 \quad 1 \quad \dots \quad 1]$ matrisini değiştirerek aynı şekilde yapılır.

Ağ dengelenmesi sonucu elde edilen yükseklikler, ortak noktalar yardımı ile ülke sistemine bağlanır (Öztürk ve Şernbetçi, 1989). Ağ dengelenmesi sırasında model ve uyumsuz ölçüler testi (15) ve (16) bağıntıları ile yapılır

5. GNSS ve NİVELMAN ÖLÇÜLERİNİN BİRLİKTE DEĞERLENDİRİLMESİ

GNSS ve nivelman ölçülerinin birlikte değerlendirilmesi 3B kartezyen koordinatlarda kurulabilir. Nivelman yapılan kenarlar küçük olduğundan ölçülen nivelman yükseklik farkları ve elipsoit yükseklik farkları yaklaşık eşit kabul edilirler ($\Delta H \cong \Delta h$). Her iki ölçü grubu için matematik model aşağıdaki gibi kurulur (ŞEKİL 1), (Kurt, 2013).

$$\begin{bmatrix} \Delta \mathbf{X}_{jk} - \Delta \mathbf{X}_{jk}^0 \\ \Delta H_{jk} - (h_k - h_j) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\mathbf{I}_3 & \mathbf{I}_3 \\ -\mathbf{a}_j & \mathbf{a}_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{X}_j \\ \mathbf{X}_k \end{bmatrix} \quad (19a)$$

$$\mathbf{a}_j = [\cos \varphi_j \cos \lambda_j \quad \cos \varphi_j \sin \lambda_j \quad \sin \varphi_j] \quad , \quad \mathbf{a}_k = [\cos \varphi_k \cos \lambda_k \quad \cos \varphi_k \sin \lambda_k \quad \sin \varphi_k]$$

$$\mathbf{P}_{jk} = \sigma_0^2 \begin{bmatrix} \mathbf{K}^{-1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & m_{jk}^{-2} \end{bmatrix} \quad (19b)$$

Bütün ölçülerin toplandığı matematik model (14) bağıntıları ile serbest olarak dengelenir, (15) ve (16) bağıntıları ile matematik model ve uyumsuz ölçüler testi yapılır.

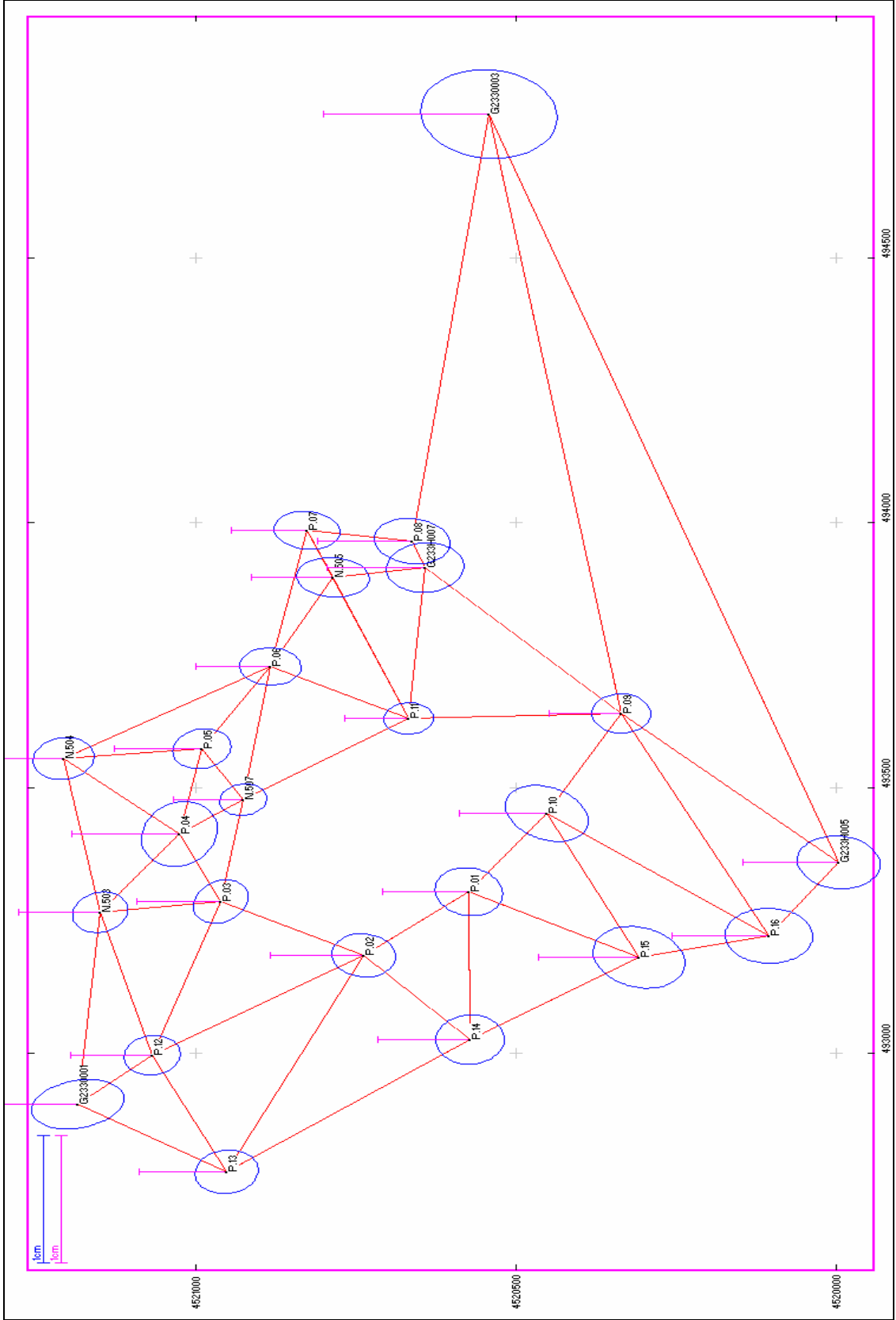
6. SAYISAL UYGULAMA

Kocaeli Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümünde verilmekte olan Arazi Uygulamaları, Jeodezik Ağlar ve Uygulamaları derslerine dayanak oluşturması için Kocaeli Üniversitesi Alım İçin Sıklaştırma Noktası Ağı (KOÜ-ASN Ağı) kurulmuştur. Tasarımı yapılan KOÜ-ASN Ağı, 8 Nirengi ve 16 Poligon noktası ile 3.5 km²'lik alanı kapsamaktadır. KOÜ-ASN Ağı'ndaki yatay konum bilgilerini bulabilmek için GNSS gözlemleri yapılması düşünülmüştür. Önce GNSS Ağının ölme planı yapılmış; planlamada doğrusal bağımlı bazların olmamasına, ölçülecek bazları oluşturan noktalara ulaşımın hızlı ve kolay olmasına dikkat edilmiştir (ÇİZELGE 1).

ÇİZELGE 1 Planlanan ve ölçülen optimum ulaşım planı.

Tarih Gün	Süre	Oturum	ALICILAR			
			A (Umut)	B (Betül)	C (Abdullah)	D (Elif-Hatice)
18.05.2015 Pazartesi	13:02-13:07	1	P.13	P.12	-	N.503
	13:09-13:14	2	-	P.12	P.3	N.503
	13:25-13:30	3	P.13	P.12	G2330001	N.503
	13:44-13:49	4	P.13	P.12	P.3	P.2
	14:01-14:06	5	P.15	P.14	P.1	P.2
	14:08-14:13	6	-	P.14	P.1	P.2
	14:21-14:26	7	P.15	P.16	P.1	P.10
	15:00-15:05	8	G233H005	P.16	P.9	P.10
	15:07-15:12	9	G233H005	P.16	-	-
21.05.2015 Perşembe	12:43-12:48	10	P.7	-	N.505	P.8
	13:02-13:07	11	P.7	P.11	N.505	P.6
	13:38-13:43	12	-	P.11	N.507	P.6
	14:00-14:05	13	-	P.5	N.507	P.6
	14:14-14:19	14	N.504	P.5	-	P.6
	14:35-14:40	15	-	P.5	N.507	P.4
	15:02-15:07	16	N.504	N.503	-	P.4
	15:27-15:32	17	P.3	N.503	N.507	P.4
25.05.2015 Pazartesi	16:28-16:33	18	G233H005	G2330003	P.9	P.8
	16:53-16:58	19	G233H007	-	P.9	P.8
	16:59-17:04	20	G233H007	P.11	P.9	-
	17:16-17:21	21	G233H007	P.11	N.505	P.8
	17:39-17:44	22	-	P.13	-	P.14

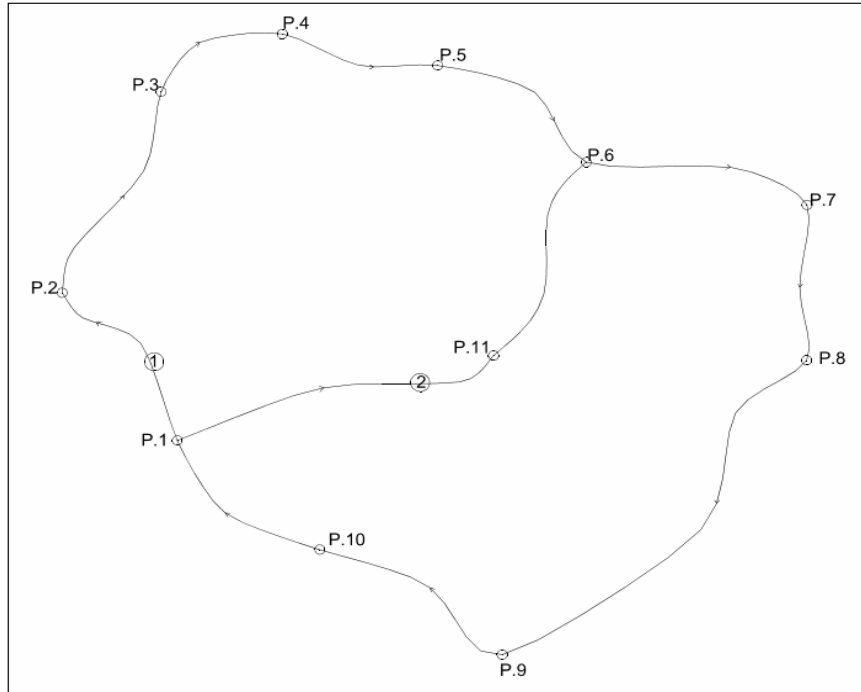
GNSS ölçümleri ile ağıdaki noktaların yer merkezli bağıl koordinatları hesaplanmıştır. Elde edilen bağıl koordinatlar (bağımsız bazlar), dolaylı ölçüler yöntemi ağı düzeninde serbest olarak dengelenmiştir. Dengeleme sonunda nokta konum duyarlılıkları belirlenmiştir (EK 1, ŞEKİL 5, ÇİZELGE 2).



ŞEKİL 5 GNSS ağı serbest dengeleme sonuçları (EK 2).

ÇİZELGE 2 Oturumlar sonucu elde edilen bağımsız bazlar.

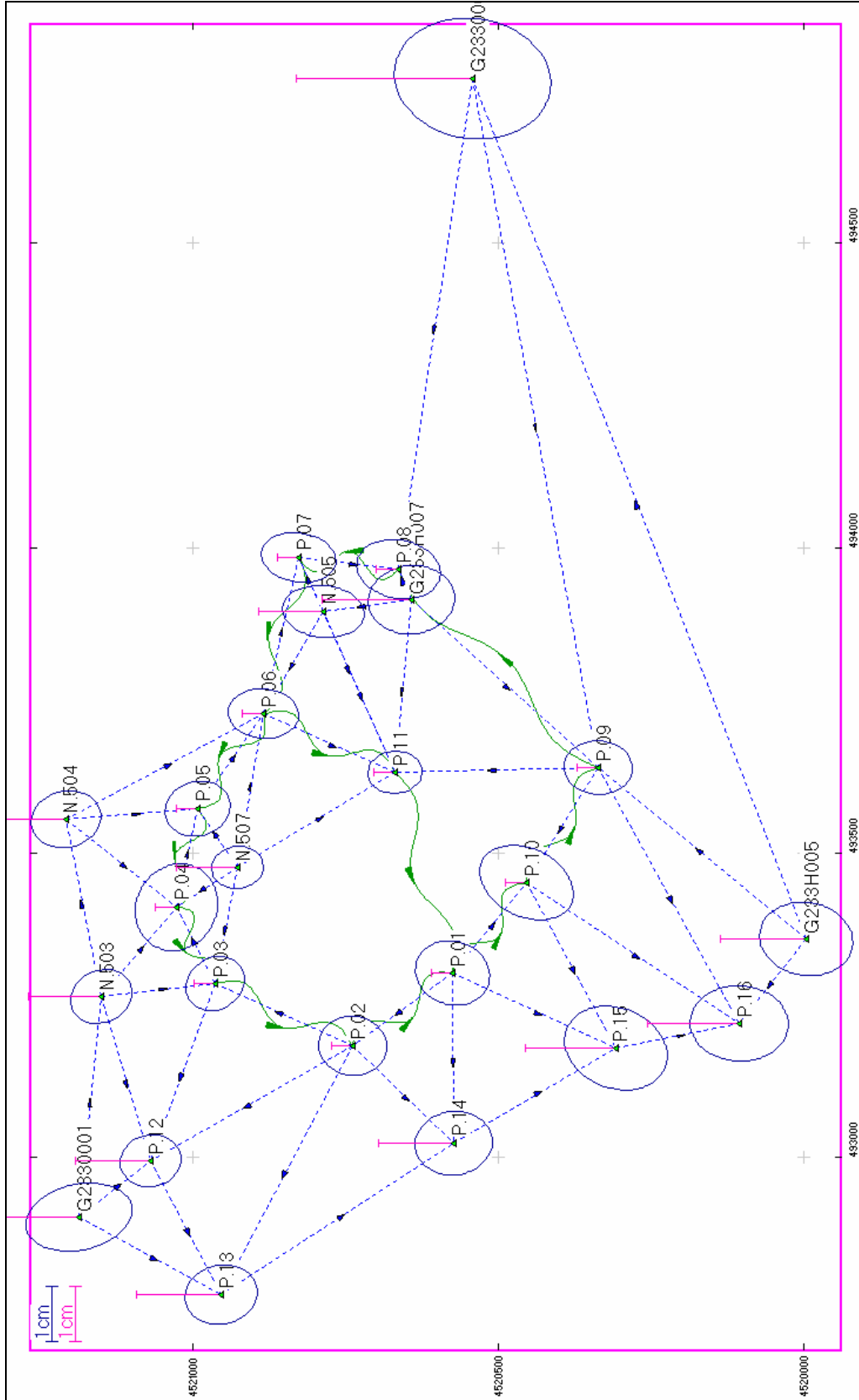
Oturum	Bağımsız Bazlar
1	P.13-P.12 ve P.12-N.503
2	P.3-P.12 ve P.3-N.503
3	G2330001-P.13 , G2330001-P.12 ve G2330001-N.503
4	P.2-P.13 , P.2-P.12 ve P.2-P.3
5	P.2-P.14 , P.14-P.15 ve P.15-P.1
6	P.1-P.14 ve P.1-P.2
7	P.1-P.10 , P.10-P.15 ve P.15-P.16
8	P.9-G233H005 , P.9-P.16 ve P.9-P.10
9	G233H005-P.16
10	N.505-P.7 ve P.7-P.8
11	P.7-P.6 , P.6-N.505 ve P.6-P.11
12	N.507-P.11 ve N.507-P.6
13	P.5-P.6 ve P.5-N.507
14	N.504-P.6 ve N.504-P.5
15	P.4-P.5 ve P.4-N.507
16	N.504-P.4 ve N.504-N.503
17	P.3-P.4 , P.3-N.507 ve N.503-P.4
18	G2330003-P.8 , G2330003-P.9 ve G2330003-G233H005
19	P.9-G233H007 ve G233H007-P.8
20	P.11-P.9 ve P.11-G233H007
21	N.505-P.11 ve N.505-G233H007
22	P.13-P.14



ŞEKİL 6 Nivelman ağı ölçme planı (Ek 3).

GNSS Ağı noktalarının istasyon merkezli koordinatlardaki dűşey bileşeninin güvenilirliğini artırmak için geometrik nivelman ölçüleri yapılmıştır (Ek 3). Ölçülerin serbest değerlendirmesi sonucunda elde edilen yükseklikler ve yükseklik duyarlıkları Ek 3’de verilmiştir (Ek 3).

Bu çalışmada, GNSS ölçümlerinin yersel ölçümlerle birlikte değerlendirilmesi için bütünleşik ađ dengelemesi yapılmıştır. Farklı türden ölçülerin birbirlerini zayıf yönlerini denetlediklerinden güvenilirliklerinin arttığı görülmüştür (EK 2, EK 4, ŞEKİL 5, ŞEKİL 7).



ŞEKİL 7 GNSS ve nivelman ölçülerinin birlikte dengelenmesi (Ek 4).

7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

GNNS ağıları günümüzde; hızlı, ekonomik ve yüksek doğruluklu GNNS ölçüleri ile değerlendirilmektedir. GNNS ağıları planlanırken, yalnızca ölçülerin doğruluklarına önem verilmekte, çoğunlukla ağ güvenilirlik yönünden tam anlamıyla irdelenmemektedir. Ancak kaliteli bir ağdan söz edebilmek için ağın denetlenebilirliğinin yüksek olması gerekir.

Bir GNSS dengelemesine ek olarak yapılan yersel ölçümler, duyarlıkları iyi olmasa bile ağın kalitesini arttırmaktadırlar. Bu amaçla KOÜ-ASN Ağının bazı noktalarında GNSS ölçülerine ek olarak nivelman ölçümleri yapılmış ve ağın güvenilirlik yönünden iyileştirilmesi sağlanmıştır.

Mühendislik projelerinde kullanılan yükseklik ortometrik (H) yüksekliktir. GNNS alıcısıyla elde edilen yükseklik elipsoidal (h) yükseklik olduğundan mühendislik projelerinde kullanılmaz. Bundan dolayı mühendislik projelerinde kullanılan yükseklik nivelman yapılarak bulunmalıdır.

Genellikle GNNS ölçülerinden bulunan düşey konumun duyarlılığı (m_h) yatay konumun duyarlılığının (m_x, m_y) yaklaşık iki katıdır. GNNS alıcılarının yükseklik (düşey) konum belirleme hassasiyeti düşüktür. Bu sebeple, GNSS ölçümleri tek başına değerlendirilmemelidir. Bunun yerine arazide yapacağımız yersel gözlemler matematik modeline eklenerek bütünleşik ağ dengelemesi yöntemi kullanılması GNSS ölçülerinin bu zayıflığını giderecektir.

KAYNAKLAR

KURT, Orhan (1998), GPS’de Matematik Modeller, Bölüm İçi Seminer Çalışması, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, www.orhankurt.jimdo.com.

KURT, Orhan (2001), GPS Ağlarının Dengelenmesi, Bölüm İçi Seminer Çalışması, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, www.orhankurt.jimdo.com.

KURT, Orhan (2007), Temel Koordinat Sistemleri, Ders Notları, KOÜ, Kocaeli, www.orhankurt.jimdo.com.

KURT, Orhan (2008), GNSS Gözlemlerinin Değerlendirilmesi, Ders Notları, KOÜ, Kocaeli, www.orhankurt.jimdo.com.

KURT, Orhan (2013), Üç Boyutlu Ağların Dengelenmesi, TMMOB-HKMO, Prof. Dr. Ergün ÖZTÜRK Kolokiyumu, KOÜ, Kocaeli.

ÖZTÜRK, Ergün (1991), Dengeleme Hesabı Cilt 1, KTÜ-MMF, Genel Yay No:144, Trabzon.

ÖZTÜRK, Ergün ve ŞERBETÇİ, Muzaffer (1992), Dengeleme Hesabı Cilt 2, KTÜ-MMF, Genel Yay No:144, Trabzon.

INTERNET KAYNAKLARI

URL 1: www.orhankurt.jimdo.com, Dr. Orhan KURT’s Web Pages, 10 Mayıs 2015.

EKLER

- Ek 1 GNSS baz vektörleri ve varyans-kovaryansları.
- Ek 2 GNSS ağı serbest dengeleme sonuçları.
- Ek 3 Nivelman ölçüleri ve serbest ağ dengeleme sonuçları.
- Ek 4 GNSS ve nivelman ölçülerinin birlikte değerlendirme sonuçları.

Ek 1 GNSS baz vektörleri ve varyans-kovaryansları

#SN	j	k	DX	DY	DZ[m]	mX	mY	mZ[mm]	rXY	rXZ	rYZ[%]
1	G233H005	G2330003	-996.9298	1052.5186	431.6622	12.2	04.8	11.1	52	77	45
2	G233H005	P.09	-325.3012	136.7479	265.6574	05.4	02.6	04.8	55	65	46
3	G233H005	P.16	27.3885	-143.7642	103.8537	04.8	02.9	04.3	64	70	48
4	G233H007	N.505	-72.0405	-62.5288	109.1152	198.7	78.2	122.9	70	78	53
5	G233H007	P.08	-36.8246	36.9474	14.8356	04.7	03.2	05.4	68	78	62
6	G233H007	P.09	280.0123	-154.9843	-262.6088	07.8	04.9	08.6	65	78	53
7	G233H007	P.11	119.7461	-257.7836	13.0255	08.1	04.0	08.3	53	73	32
8	G2330001	N.503	-190.1508	308.8888	-55.6278	07.8	04.0	10.5	71	82	68
9	G2330001	P.12	-3.3169	105.0539	-110.3847	07.8	04.2	12.8	76	88	69
10	G2330001	P.13	180.7897	-42.1854	-189.7881	07.6	03.4	11.3	78	90	70
11	G2330003	P.08	354.7721	-723.8480	111.4593	10.1	05.1	12.3	57	66	54
12	G2330003	P.09	671.6147	-915.7785	-165.9936	50.9	28.1	60.9	66	74	65
13	N.503	N.504	-194.1960	221.8470	27.4226	06.5	05.8	04.2	89	85	82
14	N.503	P.03	90.2812	75.9805	-147.3198	07.4	07.9	06.1	81	87	76
15	N.503	P.04	-7.6615	164.7887	-97.0114	06.1	06.8	06.1	56	75	57
16	N.503	P.12	186.8366	-203.8384	-54.7522	04.9	03.9	05.6	87	82	84
17	N.504	P.04	186.5214	-57.0700	-124.4401	07.7	07.1	06.3	78	80	72
18	N.504	P.05	124.8182	93.3977	-152.0755	08.6	03.6	07.3	69	86	61
19	N.504	P.06	98.3215	256.2585	-243.7605	09.3	05.7	08.9	70	83	64
20	N.505	P.06	29.6701	-177.8115	74.5453	04.8	03.3	05.4	74	50	57
21	N.505	P.07	-68.5515	62.4008	28.9219	03.9	02.8	04.8	72	49	59
22	N.505	P.11	191.8126	-195.2457	-96.0730	04.7	02.9	05.2	75	57	61
23	N.507	P.03	68.4975	-180.1115	20.4759	04.8	05.0	04.0	86	87	82
24	N.507	P.04	-29.4533	-91.3157	70.7730	13.6	08.8	10.0	72	70	70
25	N.507	P.05	-91.1636	59.1573	43.1422	03.6	02.1	04.6	70	84	61
26	N.507	P.06	-117.6497	222.0236	-48.5232	10.9	05.7	11.5	71	82	61
27	N.507	P.11	44.4556	204.5733	-219.1862	04.9	02.7	06.8	80	89	79
28	P.01	P.02	-34.7826	-158.1501	122.8718	05.2	03.3	04.0	70	76	62
29	P.01	P.10	-8.8723	165.6226	-95.6370	08.9	04.7	07.4	17	32	54
30	P.01	P.14	139.1862	-240.4479	-2.7983	05.4	04.6	03.9	92	85	81
31	P.01	P.15	192.1723	-30.9975	-221.1753	05.2	04.6	08.6	50	46	69
32	P.02	P.03	-167.8819	21.5050	179.2571	23.6	09.2	15.7	81	91	77
33	P.02	P.12	-71.3495	-258.3195	271.7993	12.0	05.4	08.6	87	94	80
34	P.02	P.13	112.7681	-405.5401	192.4086	12.4	05.6	08.8	89	95	83
35	P.02	P.14	173.9688	-82.2998	-125.6678	06.9	05.5	04.4	94	91	88
36	P.03	P.04	-97.9336	88.8080	50.2953	28.8	32.4	23.0	80	85	74
37	P.03	P.12	96.5390	-279.8193	92.5334	05.3	04.8	06.5	83	75	81
38	P.04	P.05	-61.7315	150.4724	-27.6440	16.7	10.8	12.7	74	74	71
39	P.05	P.06	-26.4937	162.8620	-91.6787	11.0	06.8	10.6	70	83	63
40	P.06	P.07	-98.2240	240.2116	-45.6197	05.2	03.1	07.2	58	32	57
41	P.06	P.11	162.1325	-17.4379	-170.6231	04.8	03.1	06.2	69	39	58
42	P.07	P.08	103.7838	37.0770	-123.1835	04.5	04.0	05.2	83	72	85
43	P.07	P.11	260.3563	-257.6489	-125.0021	03.9	02.4	04.7	65	48	56
44	P.09	P.10	57.5730	-185.2199	117.5318	05.9	03.2	05.3	47	60	54
45	P.09	P.11	-160.2665	-102.8001	275.6332	04.6	02.9	05.1	61	74	44
46	P.09	P.16	352.7049	-280.5011	-161.7956	08.3	05.1	06.2	67	62	35
47	P.10	P.15	201.0385	-196.6235	-125.5400	09.4	04.8	09.5	29	08	56
48	P.10	P.16	295.1219	-95.2903	-279.3367	10.5	06.3	10.2	67	69	57
49	P.12	P.13	184.1108	-147.2284	-79.3992	04.9	03.8	04.7	77	76	49
50	P.13	P.14	61.2165	323.2467	-318.0674	06.3	03.3	04.5	54	67	54
51	P.14	P.15	52.9701	209.4426	-218.3883	16.6	13.5	10.1	94	90	88
52	P.15	P.16	94.1026	101.3633	-153.7760	12.8	19.7	21.6	77	71	89

Ek 2 GNSS ağı serbest dengeleme sonuçları

3B KARTEZYEN KOORDINATLAR

SN	NN	X [m]	mX[cm]	Y [m]	mY[cm]	Z [m]	mZ[cm]
1	G233H005	4189972.4444	0.46	2411414.4528	0.27	4147099.4063	0.46
2	G233H007	4189367.1250	0.44	2411706.1798	0.28	4147627.6766	0.48
3	G2330001	4189610.7678	0.52	2410678.8414	0.31	4148083.2890	0.69
4	G2330003	4188975.5233	0.79	2412466.9735	0.39	4147531.0659	0.83
5	N.503	4189420.6177	0.37	2410987.7307	0.28	4148027.6621	0.35
6	N.504	4189226.4244	0.42	2411209.5796	0.28	4148055.0865	0.37
7	N.505	4189295.0649	0.37	2411643.6462	0.25	4147736.7754	0.40
8	N.507	4189442.4085	0.31	2411243.8213	0.21	4147859.8741	0.33
9	P.01	4189713.5818	0.42	2411200.3537	0.27	4147578.2295	0.38
10	P.02	4189678.7986	0.47	2411042.2045	0.28	4147701.0998	0.38
11	P.03	4189510.9028	0.37	2411063.7051	0.31	4147880.3487	0.36
12	P.04	4189412.9530	0.50	2411152.5099	0.40	4147930.6481	0.46
13	P.05	4189351.2418	0.39	2411302.9778	0.24	4147903.0117	0.42
14	P.06	4189324.7394	0.34	2411465.8367	0.23	4147811.3235	0.36
15	P.07	4189226.5147	0.34	2411706.0474	0.22	4147765.6985	0.38
16	P.08	4189330.2999	0.41	2411743.1259	0.30	4147642.5152	0.46
17	P.09	4189647.1380	0.33	2411551.1979	0.21	4147365.0629	0.36
18	P.10	4189704.7106	0.45	2411365.9781	0.26	4147482.5943	0.42
19	P.11	4189486.8714	0.28	2411448.3980	0.19	4147640.6976	0.32
20	P.12	4189607.4478	0.36	2410783.8890	0.27	4147972.8987	0.36
21	P.13	4189791.5573	0.41	2410636.6587	0.28	4147893.5010	0.39
22	P.14	4189852.7690	0.45	2410959.9057	0.32	4147575.4325	0.38
23	P.15	4189905.7500	0.48	2411169.3543	0.34	4147357.0520	0.47
24	P.16	4189999.8360	0.47	2411270.6912	0.31	4147203.2617	0.46

JEODEZİK KOORDINATLAR

a_ref ...: 6378137.00000 m

b_ref ...: 6356752.31414 m

SN	NN	B [o]	mB[cm]	L [o]	mL[cm]	h [m]	mh[cm]
1	G233H005	40.81467837	0.27	29.92130317	0.28	352.2084	0.62
2	G233H007	40.82050947	0.25	29.92787888	0.26	410.6215	0.64
3	G2330001	40.82538742	0.31	29.91588428	0.26	480.4708	0.84
4	G2330003	40.81961418	0.45	29.93800959	0.46	377.9355	1.07
5	N.503	40.82507168	0.18	29.92018196	0.21	435.9707	0.53
6	N.504	40.82559788	0.20	29.92360938	0.22	410.2784	0.57
7	N.505	40.82180411	0.24	29.92766264	0.20	411.0696	0.53
8	N.507	40.82306530	0.15	29.92268405	0.17	437.2372	0.46
9	P.01	40.81989038	0.22	29.92063422	0.25	414.5743	0.56
10	P.02	40.82136940	0.21	29.91921518	0.23	412.3839	0.61
11	P.03	40.82338423	0.18	29.92042869	0.22	427.5570	0.55
12	P.04	40.82396593	0.25	29.92192015	0.33	429.7181	0.70
13	P.05	40.82365063	0.19	29.92383083	0.21	427.9763	0.57
14	P.06	40.82268285	0.20	29.92566059	0.19	412.1358	0.48
15	P.07	40.82216764	0.22	29.92870904	0.19	408.5791	0.49
16	P.08	40.82068994	0.25	29.92847617	0.24	410.1191	0.62
17	P.09	40.81774665	0.20	29.92463113	0.20	364.0988	0.47
18	P.10	40.81879769	0.27	29.92238808	0.29	408.7626	0.57
19	P.11	40.82074431	0.16	29.92452275	0.16	400.3484	0.42
20	P.12	40.82434380	0.18	29.91698317	0.20	445.7706	0.53
21	P.13	40.82329569	0.21	29.91438216	0.22	459.0583	0.57
22	P.14	40.81986715	0.22	29.91734123	0.25	413.2821	0.60
23	P.15	40.81749389	0.30	29.91917969	0.32	384.3434	0.65
24	P.16	40.81566843	0.28	29.91966448	0.29	383.7879	0.63

3 DERECE UTM PROJEKSIYON KOORDINATLARI

DOM:30

SN	NN	x [m]	mx[cm]	y [m]	my[cm]	h [m]	mh[cm]
1	G233H005	4519995.9123	0.27	493360.3167	0.21	352.2084	0.62
2	G233H007	4520642.9810	0.25	493915.6450	0.20	410.6215	0.64
3	G2330001	4521185.5819	0.30	492904.2639	0.19	480.4708	0.84
4	G2330003	4520542.9045	0.45	494770.2315	0.35	377.9355	1.07
5	N.503	4521150.1791	0.18	493266.7712	0.16	435.9707	0.53
6	N.504	4521208.3562	0.20	493555.9493	0.17	410.2784	0.57
7	N.505	4520786.7665	0.23	493897.5209	0.15	411.0696	0.53
8	N.507	4520927.1806	0.15	493477.6439	0.13	437.2372	0.46
9	P.01	4520574.7590	0.22	493304.4011	0.19	414.5743	0.56
10	P.02	4520739.1136	0.21	493184.8368	0.17	412.3839	0.61
11	P.03	4520962.7677	0.18	493287.4142	0.17	427.5570	0.55
12	P.04	4521027.2531	0.25	493413.2903	0.25	429.7181	0.70
13	P.05	4520992.0972	0.19	493574.4425	0.16	427.9763	0.57
14	P.06	4520884.4925	0.20	493728.7079	0.14	412.1358	0.48
15	P.07	4520827.0635	0.22	493985.8291	0.15	408.5791	0.49
16	P.08	4520662.9805	0.25	493966.0501	0.18	410.1191	0.62
17	P.09	4520336.3986	0.20	493641.3913	0.15	364.0988	0.47
18	P.10	4520453.2822	0.27	493452.2563	0.22	408.7626	0.57
19	P.11	4520669.2980	0.16	493632.5339	0.12	400.3484	0.42
20	P.12	4521069.5989	0.18	492996.8529	0.15	445.7706	0.53
21	P.13	4520953.4159	0.21	492777.3231	0.17	459.0583	0.57
22	P.14	4520572.4362	0.22	493026.5898	0.19	413.2821	0.60
23	P.15	4520308.7391	0.30	493181.4463	0.24	384.3434	0.65
24	P.16	4520105.9838	0.28	493222.1607	0.22	383.7879	0.63

Ek 3 Nivelman ölçüleri ve serbest ağ dengelemesi sonuçları.

Ölçüler

#SN	j	k	$\Delta H[m]$	S[km]
1	P.01	P.02	-2.243	0.206
2	P.02	P.03	15.191	0.254
3	P.03	P.04	2.173	0.150
4	P.04	P.05	-1.762	0.170
5	P.05	P.06	-15.850	0.356
6	P.06	P.07	-3.531	0.276
7	P.07	P.08	1.547	0.217
8	P.08	P.09	-46.032	0.751
9	P.09	P.10	44.640	0.261
10	P.10	P.01	5.828	0.196
11	P.01	P.11	-14.237	0.509
12	P.11	P.06	11.775	0.252

Serbest Ağ Dengelemesi Sonuçları

#SN	NN	H [m]	mH [cm]
1	P.01	376.3455	0.70
2	P.02	374.1077	0.77
3	P.03	389.3036	0.78
4	P.04	391.4799	0.75
5	P.05	389.7212	0.71
6	P.06	373.8750	0.65
7	P.07	370.3470	0.87
8	P.08	371.8963	0.99
9	P.09	325.8725	1.00
10	P.10	370.5154	0.85
11	P.11	362.1028	0.82

Ek 4 GNSS ve Nivelman ölçülerinin birlikte değerlendirilmesi sonuçları.

3B KARTEZYEN KOORDINATLAR

SN	NN	X [m]	mX[cm]	Y [m]	mY[cm]	Z [m]	mZ[cm]
1	G233H005	4189972.4542	1.59	2411414.4592	0.94	4147099.4166	1.48
2	G233H007	4189367.1341	1.48	2411706.1849	0.96	4147627.6869	1.60
3	G2330001	4189610.7615	1.94	2410678.8359	1.13	4148083.2825	2.63
4	G2330003	4188975.5347	3.01	2412466.9808	1.44	4147531.0784	3.15
5	N.503	4189420.6132	1.19	2410987.7265	0.98	4148027.6569	1.10
6	N.504	4189226.4209	1.44	2411209.5764	1.03	4148055.0816	1.21
7	N.505	4189295.0652	1.09	2411643.6462	0.80	4147736.7760	1.24
8	N.507	4189442.4035	0.94	2411243.8184	0.71	4147859.8685	1.04
9	P.01	4189713.5926	0.74	2411200.3617	0.69	4147578.2368	0.69
10	P.02	4189678.7742	0.69	2411042.1901	0.64	4147701.0815	0.63
11	P.03	4189510.8964	0.53	2411063.6997	0.66	4147880.3420	0.58
12	P.04	4189412.9564	0.74	2411152.5128	0.96	4147930.6494	0.77
13	P.05	4189351.2339	0.58	2411302.9734	0.62	4147903.0026	0.65
14	P.06	4189324.7301	0.62	2411465.8310	0.57	4147811.3124	0.69
15	P.07	4189226.5219	0.66	2411706.0516	0.56	4147765.7084	0.73
16	P.08	4189330.3130	0.74	2411743.1343	0.66	4147642.5308	0.81
17	P.09	4189647.1494	0.63	2411551.2046	0.60	4147365.0747	0.66
18	P.10	4189704.7074	0.90	2411365.9793	0.74	4147482.5916	0.86
19	P.11	4189486.8707	0.51	2411448.3978	0.49	4147640.6975	0.57
20	P.12	4189607.4408	1.21	2410783.8829	0.93	4147972.8914	1.20
21	P.13	4189791.5504	1.43	2410636.6530	0.99	4147893.4940	1.34
22	P.14	4189852.7638	1.36	2410959.9028	1.12	4147575.4273	1.06
23	P.15	4189905.7561	1.54	2411169.3589	1.22	4147357.0537	1.62
24	P.16	4189999.8441	1.66	2411270.6971	1.10	4147203.2704	1.52

JEODEZİK KOORDINATLAR

a_ref ...: 6378137.00000 m

b_ref ...: 6356752.31425 m

SN	NN	B [o]	mB[cm]	L [o]	mL[cm]	h [m]	mh[cm]
1	G233H005	40°48'52.8421"	1.06	29°55'16.6914"	1.10	352.2239	1.95
2	G233H007	40°49'13.8341"	1.00	29°55'40.3640"	1.02	410.6360	2.02
3	G2330001	40°49'31.3947"	1.21	29°54'57.1833"	1.01	480.4602	3.15
4	G2330003	40°49'10.6111"	1.77	29°56'16.8345"	1.82	377.9539	4.00
5	N.503	40°49'30.2580"	0.69	29°55'12.6550"	0.81	435.9627	1.66
6	N.504	40°49'32.1523"	0.79	29°55'24.9937"	0.86	410.2717	1.88
7	N.505	40°49'18.4948"	0.93	29°55'39.5855"	0.79	411.0701	1.47
8	N.507	40°49'23.0351"	0.58	29°55'21.6626"	0.64	437.2291	1.38
9	P.01	40°49'11.6053"	0.85	29°55'14.2833"	0.97	414.5892	0.47
10	P.02	40°49'16.9300"	0.78	29°55'9.1746"	0.89	412.3504	0.48
11	P.03	40°49'24.1832"	0.66	29°55'13.5432"	0.82	427.5463	0.48
12	P.04	40°49'26.2773"	0.93	29°55'18.9126"	1.29	429.7222	0.48
13	P.05	40°49'25.1422"	0.74	29°55'25.7910"	0.81	427.9635	0.48
14	P.06	40°49'21.6582"	0.80	29°55'32.3781"	0.75	412.1203	0.48
15	P.07	40°49'19.8036"	0.84	29°55'43.3525"	0.75	408.5918	0.49
16	P.08	40°49'14.4838"	0.96	29°55'42.5142"	0.91	410.1409	0.49
17	P.09	40°49'3.8879"	0.77	29°55'28.6721"	0.80	364.1164	0.49
18	P.10	40°49'7.6716"	1.07	29°55'20.5972"	1.14	408.7592	0.48
19	P.11	40°49'14.6795"	0.61	29°55'28.2819"	0.63	400.3477	0.48
20	P.12	40°49'27.6377"	0.70	29°55'1.1393"	0.76	445.7589	1.72
21	P.13	40°49'23.8645"	0.82	29°54'51.7757"	0.88	459.0469	1.93
22	P.14	40°49'11.5217"	0.88	29°55'2.4284"	0.97	413.2742	1.70
23	P.15	40°49'2.9779"	1.18	29°55'9.0469"	1.25	384.3502	2.05
24	P.16	40°48'56.4063"	1.11	29°55'10.7922"	1.13	383.8011	2.07

3 DERECE UTM PROJEKSİYON KOORDINATLARI

DOM:30

SN	NN	x [m]	mx[cm]	y [m]	my[cm]	h [m]	mh[cm]
1	G233H005	4519995.9125	1.06	493360.3174	0.84	352.2239	1.95
2	G233H007	4520642.9820	1.00	493915.6449	0.77	410.6360	2.02
3	G2330001	4521185.5822	1.21	492904.2624	0.77	480.4602	3.15
4	G2330003	4520542.9052	1.77	494770.2321	1.38	377.9539	4.00
5	N.503	4521150.1791	0.69	493266.7698	0.61	435.9627	1.66
6	N.504	4521208.3555	0.79	493555.9483	0.65	410.2717	1.88
7	N.505	4520786.7669	0.93	493897.5208	0.60	411.0701	1.47
8	N.507	4520927.1801	0.58	493477.6439	0.49	437.2291	1.38
9	P.01	4520574.7559	0.85	493304.4027	0.73	414.5892	0.47
10	P.02	4520739.1182	0.78	493184.8365	0.68	412.3504	0.48
11	P.03	4520962.7681	0.66	493287.4127	0.62	427.5463	0.48
12	P.04	4521027.2513	0.93	493413.2911	0.98	429.7222	0.48
13	P.05	4520992.0962	0.74	493574.4426	0.61	427.9635	0.48
14	P.06	4520884.4912	0.80	493728.7076	0.57	412.1203	0.48
15	P.07	4520827.0656	0.84	493985.8291	0.57	408.5918	0.49
16	P.08	4520662.9822	0.96	493966.0508	0.69	410.1409	0.49
17	P.09	4520336.3989	0.77	493641.3913	0.61	364.1164	0.49
18	P.10	4520453.2816	1.07	493452.2589	0.86	408.7592	0.48
19	P.11	4520669.2984	0.61	493632.5341	0.47	400.3477	0.48
20	P.12	4521069.5994	0.70	492996.8511	0.58	445.7589	1.72
21	P.13	4520953.4164	0.82	492777.3216	0.67	459.0469	1.93
22	P.14	4520572.4361	0.88	493026.5899	0.73	413.2742	1.70
23	P.15	4520308.7355	1.17	493181.4473	0.95	384.3502	2.05
24	P.16	4520105.9839	1.11	493222.1617	0.86	383.8011	2.07

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	Elif UĞURLU	
Doğum Tarihi	13.08.1991	
Doğum Yeri	Bolu	
Lise	2005-2009	Bolu Atatürk Anadolu Lisesi
Lisans	2011-2015	KOÜ Müh. Fakültesi Harita Müh. Bölümü

Akademik ve Mesleki Deneyimler

2012-2013	Konak Harita Bürosu (Stajyer)
2013-2014	Bolu Kadastro Müdürlüğü (Stajyer)

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	Tuba Betül ZORBA	
Doğum Tarihi	12.03.1993	
Doğum Yeri	Erzurum	
Lise	2007-2011	Bolu Anadolu Öğretmen Lisesi
Lisans	2011-2015	KOÜ Müh. Fakültesi Harita Müh. Bölümü

Akademik ve Mesleki Deneyimler

2009-2010	TÜBİTAK Ortaöğretim Proje Yarışması Türkiye 3.lüğü
2011-2012	Bolu Lihkab (Stajyer)
2012-2013	Bolu Kadastro Müdürlüğü (Stajyer)
2013-2014	Başar Soft (Stajyer)

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	Hatice ATICI	
Doğum Tarihi	04.11.1992	
Doğum Yeri	İstanbul	
Lise	2006-2010	Özel Maltepe Coşkun Lisesi
Lisans	2011-2015	KOÜ Müh. Fakültesi Harita Müh. Bölümü

Akademik ve Mesleki Deneyimler

2012-2013	Kocaeli Büyükşehir Belediyesi (Stajyer)
2013-2014	Kocaeli Büyükşehir Belediyesi (Stajyer)

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad	Abdullah EMİİRLİ	
Doğum Tarihi	09.10.1992	
Doğum Yeri	Bursa	
Lise	2006-2010	EMİRSULTAN Lisesi
Lisans	2010-2015	KOÜ Müh. Fakültesi Harita Müh. Bölümü

Akademik ve Mesleki Deneyimler

2012-2013	Kocaeli Gelişim Harita Bürosu (Stajyer)
2013-2014	İnegöl Belediyesi (Stajyer)