

**SARAYİÇİ YERLEŞKE ALANINDA JEODEZİK YATAY-DÜŞEY AĞ
NOKTALARININ OLUŞTURULMASI, AĞ NOKTALARINDA
DEFORMASYON ÖLÇMELERİNİN YAPILMASI VE SONUÇLARIN
ANALİZİ**

TÜBAP 2012/135

Proje Yöneticisi : Doç.Dr. HÜSEYİN İNCE

Projeye Yardımcı Olanlar : Prof.Dr. ATINÇ PIRTI

Doç.Dr. NURSU TUNALIOĞLU

Yrd.Doç.Dr. GÜRSEL HOŞBAŞ

Öğr. Gör. SERKAN DÖNMEZ

Öğr. Gör. DOĞAN SAVRAN

Öğr. Gör. YENER TÜREN

ÖZET

Bu proje, bir araştırma projesi olup başlıca iki kısımdan oluşmuştur. Birinci kısımda Sarayıçi proje sahasında oluşturulan 14 jeodezik yer kontrol noktaları arasında oluşturulan ağlarında, digital nivelman aletiyle hassas nivelman yapılmıştır. Projenin ikinci aşamasında Edirne mevcut CORS sisteminden yararlanılarak GPS aletleriyle proje sahasındaki 14 yer kontrol noktasında konum ölçmeleri yapılmıştır. Sarayıçi Düşey Kontrol Ağındaki hassas nivelman ölçülerinin başladığı Mayıs 2014 ölçme dönemi ile son ölçme dönemi Eylül 2015 aralığında maksimum düşey çökmenin N.08 noktasında -5.814 mm, maksimum kabarmanın N.13 noktasında 6.141 mm olarak ortalama ± 6 mm boyutunda gerçekleştiği, bu aralıkta N.03, N.04, N.06 ve N.07 numaralı dört noktanın hareketsiz olduğu, dolayısıyla Tunca Nehri kıyısındaki 8 ve 9 numaralı nivelman iuplarının bulunduğu bölgede herhangi bir düşey oturma gözlemlenmediğini ifade etmek, %95 istatistiksel olasılıkla olanak dahilindedir.

Sarayıçi alanında GPS ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucunda yatay ve düşey jeodezik altyapıyı oluşturan 14 noktanın 12 noktasında tüm periyotlara ait olan koordinat değişimlerinin 1-2 cm aralığında kaldığı grafikler ve tablolar üzerinde görülmektedir. Fakat sorun oluşturan iki nokta (11 ve 13 nolu noktalar), 1. ve 2. Periyot ile 2. ve 3. Periyot ölçümlerinde 11 nolu noktada Y yönünde yaklaşık 27 cm lik bir değişim gözlenirken bu değişimin X yönünde ortaya çıkmadığı gözlemlenmiştir. 1. Periyot ve 3. Periyot ölçümlerinde ise 13 nolu noktada X yönünde yaklaşık 11 cm lik bir değişim gözlemlenmiştir; fakat Y yönünde herhangi bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu noktalardaki hataların, kaba hatalar olduğu, daha sonra yapılan ölçüm sonuçlarından anlaşılmış ve bu noktaların da koordinatlarındaki değişimin 1-2 cm aralığında kaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hassas nivelman, deformasyon analizi, GPS RTK yöntemi, Kors

Not: Nivelman ölçmelerinin jeodezik yöntemlerle sayısal analizi, Yıldız Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği bölümünde görevli Yrd. Doç. Dr. Gürsel Hoşbaş tarafından, GPS ölçmelerinin sayısal analizi ise belirtilen üniversitede aynı bölümde Prof. Dr. Atınç Pırtı ve Doç. Dr. Nursu Tunalıoğlu tarafından yapılmıştır.

TÜBAP 2012/135**SUMMARY**

This project is a research project which mainly contains two parts. In first part, the precise levelling was made using digital levelling instrument at the network, which created among the 14 geodetic ground control points at Sarayıçi project area. At the second phase of the project, the measurements of position at 14 geodetic ground control points in the project area were made using GPS instruments by benefiting from existing CORS system of Edirne. Maximum vertical collapse was occurred at N.08 point as -5.814 mm and maximum raising was occurred at N.13 point as 6.141 mm in the average size of ± 6 mm between May 2014 measurement period when began the levelling measurements of Sarayıçi vertical control network and September 2015, which was the last measurement period. Four points of no. N.03, N.04, N.06 and N.07 at this period were found as immobilize, so that any vertical habitation was not observed in the region where the levelling loop of number 8 and 9 on the shore of the Tunca river, are possible by 95% statistical possibility.

According to results obtained by the evaluation of GPS measurements in Sarayıçi area, the coordinate changes of 14 points, which constitute the horizontal and vertical geodetic infrastructure were remained at the range of 1-2 cm as can be seen from the graphics and tables.

Keywords: Precise levelling, deformation analysis, GPS RTK method, Cors

Not: Numeric analysis of levelling measurements by geodetic methods was made by Ass. Prof. Gürsel Hoşbaş who employed on Geomatics Engineering Department of Yildiz Technical University. Numeric analysis of GPS measurements was made by Prof. Atınç Pırtı and Assoc. Prof. Nursu Tunalıoğlu who are employed at the same University and department.

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ.....	1
2. ARAZİDE JEODEZİK YER KONTROL NOKTALARININ TESİSİ.....	1
2.1. Genel Bilgiler.....	1
2.2. Proje Sahasında Yer Kontrol Noktalarının Tesisi.....	2
3. JEODEZİK YER KONTROL NOKTALARINDA YAPILAN ÖLÇMELER.....	3
3.1. Hassas Nivelman Ölçmeleri.....	3
3.2. RTK Yöntemiyle GPS Ölçmeleri.....	3
4. PROJE SAHASINDAKİ ÖLÇMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	5
4.1. Hassas Nivelman Ölçülerinin Analizi.....	5
4.1.1. Düşey Kontrol Ağında Ön hesaplamalar ve Tanı Dengelemeleri.....	5
4.1.2. Hassas Yükseklik Ölçülerinin Jeodezik Deformasyon Analizi.....	7
4.2. GPS Ölçmelerinin Analizi.....	8
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	17
5.1. Hassas Nivelman Ölçmelerinin Sonucu ve İstatistiksel Yorumu.....	17
5.2. GPS Ölçmelerinin Sonucu.....	19
6. KAYNAKLAR.....	20

TÜBAP 2012/135**ŞEKİL LİSTESİ**

Şekil 2.1- Proje sahası ve tesis edilen 14 adet yatay-düşey kontrol noktaları.....	3
Şekil 3.1-Proje sahasında oluşturulan lıplar ve numaraları.....	4
Şekil 3.2- TUSAGA-Aktif Ağına ait EDİR istasyon konumu.....	4
Şekil 4.1- Proje sahasındaki 14 adet jeodezik yatay-düşey ağ noktalarının genel grafiği.....	9
Şekil 4.2- 1. ve 2. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları.....	10
Şekil 4.3- 1. ve 2. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları.....	10
Şekil 4.4- 1. ve 3. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları	11
Şekil 4.5- 1. ve 3. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları	11
Şekil 4.6- 1. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları	12
Şekil 4.7- 1. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları	12
Şekil 4.8- 2. ve 3. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları	13
Şekil 4.9- 2. ve 3. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları	13
Şekil 4.10-2. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları	14
Şekil 4.11-2. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları	14
Şekil 4.12- 3. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları	15
Şekil 4.13- 3. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları	15

IV
TÜBAP 2012/135

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1- Öncül ve soncul standart sapma değerleri.....	6
Tablo 4.2- Düşey kontrol ağı hassas nivelman analiz sonuçları.....	8
Tablo 4.3- Proje sahasındaki ağ noktalarının dört periyot sonucu elde edilen koordinatları.....	16

TÜBAP 2012/135**1.GİRİŞ**

Araştırma Projesinin konusu, “Sarayıçi Yerleşke Alanında Jeodezik Yatay-Düşey Ağ Noktalarının Oluşturulması, Ağ Noktalarında Deformasyon Ölçmelerinin Yapılması ve Sonuçların Analizi” dir.

Bu proje ile; T.Ü. Edirne Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü Harita Kadastro programı öğrencilerinin eğitime yönelik olarak, üniversitemizin Sarayıçi yerleşke alanında uygun dağılımlı, Jeodezik Yatay ve Düşey Ağ Noktalarını günümüzde geçerli GPS yöntemiyle oluşturmak, bu noktalarda iki yıl süre ile altı aylık periyotlarla deformasyon ölçmeleri yapmak ve bu ölçmeleri değerlendirerek ağ noktalarının koordinatlarını elde etmek, iki yıllık verilerle yapılan hesaplama sonuçlarını tartışmak ve analiz etmek amaçlanmaktadır

2. ARAZİDE JEODEZİK YER KONTROL NOKTALARININ TESİSİ**2.1. Genel Bilgi**

Gerek yer kabuğu hareketlerinin, gerekse mühendislik yapıları ve yakın çevresinde meydana gelebilecek geometrik değişimleri belirlemek amacıyla yapılan ölçmeler deformasyon ölçmeleri olarak adlandırılır.

Deformasyon ölçmelerinin uygulama alanları; yol, baraj, asma köprü ve liman gibi büyük mühendislik yapıları, heyelan bölgeleri ve deformasyon araştırması için seçilen özel sahalardır.

Son derece zahmetli ve yoğun çalışmalar gerektiren deformasyon izleme çalışmalarının gerçekleştirilebilmesinde, uygulamada en çok kullanılan yöntem Jeodezik Deformasyon yöntemleridir.

TÜBAP 2012/135

Araştırma konumuzla ilgili olarak Sarayıçi proje sahasında ekibimiz tarafından tesis edilen nirengi noktalarında; dört periyot şeklinde, düşey yöndeki deformasyon için, hassas nivelman yöntemi, noktaların yatay düzlemdeki deformasyonu için, Edirne’de mevcut CORS sisteminden yararlanılarak, GPS RTK (Gerçek Zamanlı Kinematik) konumlama yöntemi uygulanmıştır

2.2. Arazide Jeodezik Yer Kontrol Noktalarının Tesisi

Projemizin birinci aşamasında; proje kapsamındaki GPS aletlerinin kullanılması için Ankara’da Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü tarafından işletilen CORS sistemine üyelik bağlantısı zaman aldığından 2013 yılı Haziran –Temmuz döneminde proje çalışmasına hazırlık aşamasında aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır.

Yüksekokulumuz çevresindeki Sarayıçi yerleşke alanında; proje sahasında yaklaşık 100 - 300 m aralıklarla belirlenen 14 noktaya gömülecek beton bloklar için, arazide 0.50m*0.50m kesitinde 1.00 m derinliğinde çukurlar açılıp, özel boyutlarda dökürülen beton bloklar gömülerek nirengi noktaları tesis edilmiştir.

Proje sahasında oluşturulan nirengi noktaları arasındaki yatay uzaklıklar elektronik takeometre ile ölçülmüş; nirengi noktaları arasındaki yatay uzaklık dikkate alınarak, proje kapsamında çift sayılı aralık sayısı oluşacak şekilde, yaklaşık olarak 20 – 25 m aralıklarla ara noktalar işaretlenmiş ve bu ara noktalara 5cm*5cm boyutunda 30 cm boyunda ağaç kazıklar çakılmıştır. Proje sahasında tesis edilen nirengi noktaları hava fotoğrafında Şekil 2.1 de, gösterilmiştir.



Şekil 2.1- Proje sahasının ve tesis edilen 14 adet yatay-düşey kontrol noktalarının görünümü

3. JEODEZİK YER KONTROL NOKTALARINDA YAPILAN ÖLÇMELER

3.1. Hassas Nivelman Ölçmeleri

Edirne Sarayıçi mevkiinde düşey değişimleri izlemek amacı ile 14 düşey kontrol noktasından oluşturulan jeodezik ağ dört ölçme döneminde ölçülmüştür. Dört ölçme döneminde de 28 yükseklik farkı gidiş-dönüş şeklinde çift ölçü olarak ölçülmüştür. Nivelman yolu uzunluklarının en kısıası 9-14 noktaları arasında 91.5 m en uzununu ise 10-6 noktaları arasında olup 318.1 m olarak belirlenmiştir. Bütün ölçme dönemlerinde nivelman yolu uzunlukları ölçülmüş ve kontrol noktalarının oluşturduğu 15 lup (Şekil 3.1) kapatılarak kapanma hataları belirlenmiştir.

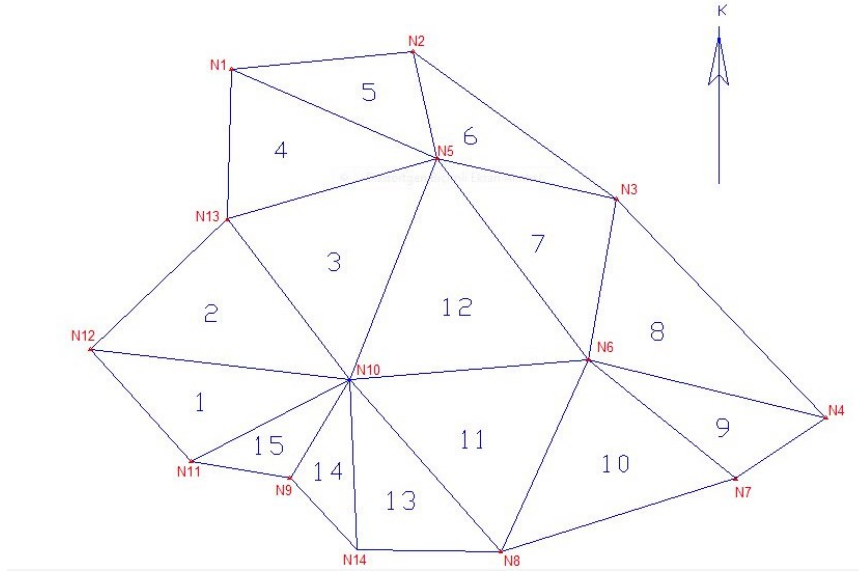
3.2. RTK Yöntemiyle GPS Ölçmeleri

Ülkemizde, ağ-RTK (Gerçek Zamanlı Kinematik) konumlama ilkesine göre hizmet veren ulusal CORS ağı TUSAGA-Aktif'in Edirne (EDIR) istasyonunun (Şekil 3.2) koordinatları referans alınarak, 4 periyot ölçüler analiz edilmiştir. 1. Periyot ölçümler

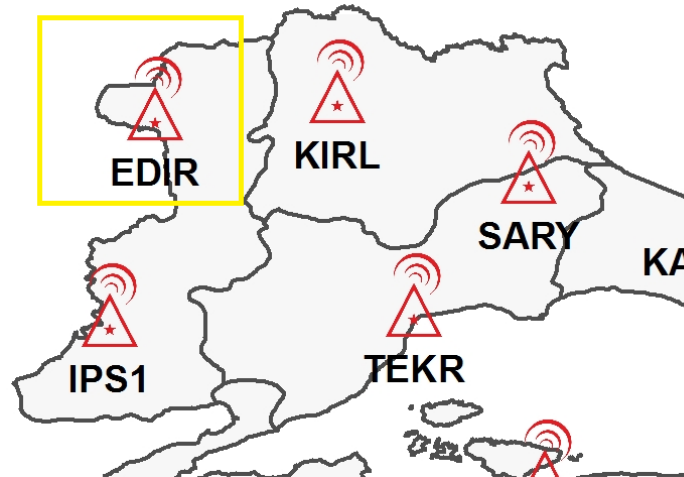
TÜBAP 2012/135

Eylül 2014, 2. Periyot ölçümler Haziran 2014, 3. Periyot ölçümler Haziran 2015 ve 4. Periyot ölçümler Eylül 2015 aylarında gerçekleştirilmiştir.

Edirne İli'nde CORS istasyonu olarak yer alan EDİR (Şekil 3.2) kısaltmalı nokta (ITRF 2008 koordinatları: $41^{\circ} 40' 36,16766''$ N $26^{\circ} 33' 3,64668''$ E 98,263 elipsoidal



Şekil 3.1-Proje sahasında oluşturulan luplar ve numaraları



Şekil 3.2- TUSAGA-Aktif Ağına ait EDİR istasyonunun konumu

yükseklik), tüm uygulama ve değerlendirme çalışmalarında sabit olarak alınmıştır. Bölge için oluşturulan 14 adet jeodezik yatay-düşey ağ noktalarında deformasyon ölçmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerde GNSS tekniğine dayalı olarak statik ölçme yöntemi kullanılmış ve ölçü süresi 4 saat ve üzeri olacak şekilde tasarlanmış ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. CORS istasyonu olan EDİR noktasının proje bölgesine olan uzaklığı yaklaşık olarak 1,9-2,5 km aralığında değişim göstermektedir. Yapılan bu çalışma ile bu bölgede hassas bir jeodezik yatay-düşey kontrol ağ noktalarının oluşturulması ve bu ağdan diğer mühendislik hizmetleri açısından da faydalanılması düşünülmüştür. Deformasyon ölçümleri kapsamında, yukarıda bahsedildiği üzere 4 saat ve üzeri statik ölçümlerle iki yıllık zaman dilimi içerisinde belirli aralıklarla dört periyot ölçme işlemi uygulanmıştır.

Yapılan ölçümlerde anten yükseklikleri, antenler kuzeye döndürülerek üç farklı yönden ölçülmüş ve elde edilen bu değerlerin ortalaması alınarak noktalara ait anten yükseklikleri kaydedilmiştir. Bu durum her bir jeodezik yatay-düşey ağ noktasında ve yapılan ölçümlerin tümünde tekrarlanmıştır. Arazide yapılan her ölçü çalışmasında kayıt aralığı 30 sn olarak alınmış, nokta numaraları ardışık şekilde girilmiş; uydu sayıları ve PDOP değerleri sürekli olarak denetlenmiştir.

4. PROJE SAHASINDAKİ ÖLÇMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. Hassas Nivelman Ölçülerinin Analizi

4.1.1. Düşey Kontrol Ağında Ön hesaplamalar ve Tanı Dengelemeleri

Düşey kontrol noktalarının kesin yüksekliklerini ve dengelenmiş yükseklik farklarını belirlemek için yapılacak dengeleme hesabı öncesinde birim ağırlıklı ölçünün öncül standart sapma değeri belirlemiştir. Bu amaçla iki yol izlenmiştir. Önce her ölçme dönemindeki ölçü çiftlerinin farklarından yararlanılarak standart sapma değerleri hesaplanmıştır, (Tablo 4.1). Buradan ortalama standart sapma için $\sigma_0=0.135$ mm değeri belirlenmiştir. Öncül standart sapma değeri bir kez de lup kapanmalarından

TÜBAP 2012/135

hesaplanmıştır. Bu defa ağdaki nivelman yolu uzunluklarının 100-300 m arasında olduğu dikkate alınarak $L_0=100$ m olarak alınmış ve yükseklik farkları ve lup kapanma hatası yol uzunlukları bu birim üzerinden ağırlıklandırılmıştır. Bu şekilde önce ağırlıklı ortalama lup kapanma hataları, her bir luptaki ortalama uzunluk değeri ve 100 m'lik nivelman yolu için öncül standart sapma değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4.1). Buradan ortalama olarak $\sigma_0=0.70$ mm değeri hesaplanmıştır. Bu değerlerden ilkinin ölçme aletinin okuma duyarlılığını gösterdiği açıktır. Ancak ağ yapısı ve raslantısal ölçü hataları hakkında bir bilgi bulundurmamaktadır. Bu nedenlerle bu değer yerine lup kapanmalarından hesaplanan 0.70 mm ortalama değerinin 100 m'lik nivelman yolu için öncül standart sapma değeri olarak kabul edilmesi uygun görülmüştür.

Düşey kontrol ağı noktalarının yaklaşık yükseklik değerleri GNSS yöntemi ile belirlenen elipsoid yükseklikler kullanılarak hesaplanmıştır. Yükseklik değerleri ile değil yükseklik farklarının değişimi ile ilgilenilmesi nedeniyle ortometrik yüksekliklerin belirlenmesine gerek görülmemiştir. Kontrol ağı, yukarıda açıkladığı şekilde oluşturulan stokastik model ile dolaylı ölçüler yöntemine göre serbest ağ yöntemi ile dengelenmiştir ([5], [16]). Her ölçme döneminde uyuşumsuz ölçü testleri yapılmış ve dengeleme sonrası hesaplanan soncul standart sapma değerlerinin, öncül değerlerle uyumlu olup olmadığı irdelenerek uyumlu oldukları görülmüştür.

Tablo 4.1- Öncül ve soncul standart sapma değerleri

Ölçme Dönemi	[Pdd]'den σ_0 (mm) (ölçü farkları)	[Pww]'den σ_0 (mm) (üçgen kapanmaları)	[Pvv]'den σ_0 (mm) (düzeltmelerden)
Mayıs 2014	0.07	0.75	0.80
Eylül 2014	0.19	0.87	0.81
Haziran 2015	0.11	0.58	0.74
Eylül 2015	0.17	0.58	0.63

4.1.2. Hassas Yükseklik Ölçülerinin Jeodezik Deformasyon Analizi

Kontrol ağındaki tanı dengelemelerinin ardından ağ noktalarının yükseklik değerlerinin belirlenmesi için önce N.01 numaralı kontrol noktasına $H_0=100.000$ m değeri verilmiştir. Buradan hareketle ağıdaki bütün nivelman lıpları kullanılarak diğer 13 düşey kontrol noktasının lokal düşey datumda yükseklik değerleri hesaplanmıştır. Noktaların kesin yüksekliklerinin belirlenmesi için hassas nivelman gözlemleri ile aynı dönemlerde gerçekleştirilen GNSS ölçülerinden hesaplanan elipsoidal yükseklik değerlerinden yararlanılmıştır. Bunun nedenle kontrol noktalarının lokal yükseklik değerleri ile elipsoidal yükseklik değerleri arasındaki N_1 ondilasyon değerleri belirlenmiş ve ortalaması alınarak $N_0=-23.250$ m değeri hesaplanmıştır. Bu değer bütün düşey kontrol noktalarının yaklaşık lokal yükseklik değerlerine eklenerek kontrol noktalarının yükseklik değerleri belirlenmiştir.

Düşey kontrol ağındaki jeodezik deformasyon analizi çalışmalarında ([1], [3], [4], [6], [8], [9], [10], [11], [23]) Hannover Üniversitesi tarafından geliştirilmiş olan Ortalama Aykırılıklar Yöntemi ve Karlsruhe Üniversitesi tarafından geliştirilmiş Bağlı Güven Elipsleri Yöntemleri ([24], [25]) kullanılmıştır.

Burada Hannover yaklaşımı istatistiksel olarak sonuçların değerlendirilmesi amacıyla yönelik olarak, Karlsruhe yaklaşımı ise datumdan bağımsız olması ve görsel üstünlüğü dikkate alınarak uygulanmıştır. Dört ölçme dönemine ilişkin analiz sonuçları Tablo 4.2'de görülmektedir.

TÜBAP 2012/135

Tablo 4.2- Düşey kontrol ağı hassas nivelman analiz sonuçları (mm biriminde)

Nokta No.	Ölçme Dönemleri Aralıkları				
	1 - 2 May14- Eyl14	2 - 3 Eyl14- Haz15	3 - 4 Haz15- Eyl15	1 - 3 May14- Haz15	1 - 4 May14- Eyl15
N.01	X	-1.883	X	X	4.098
N.02	-3.104	X	X	X	-0.499
N.03	-2.620	1.242	1.520	X	X
N.04	-3.736	3.790	X	X	X
N.05	X	X	1.636	X	2.450
N.06	X	X	X	X	X
N.07	-4.711	3.816	X	X	X
N.08	1.697	-5.777	-2.239	-3.753	-5.814
N.09	X	-1.256	-6.244	X	-5.750
N.10	2.384	-3.566	-4.509	X	-4.457
N.11	-2.444	2.361	X	X	1.777
N.12	X	X	3.324	X	5.112
N.13	1.727	-2.855	5.490	X	6.141
N.14	X	X	-1.894	X	-1.441

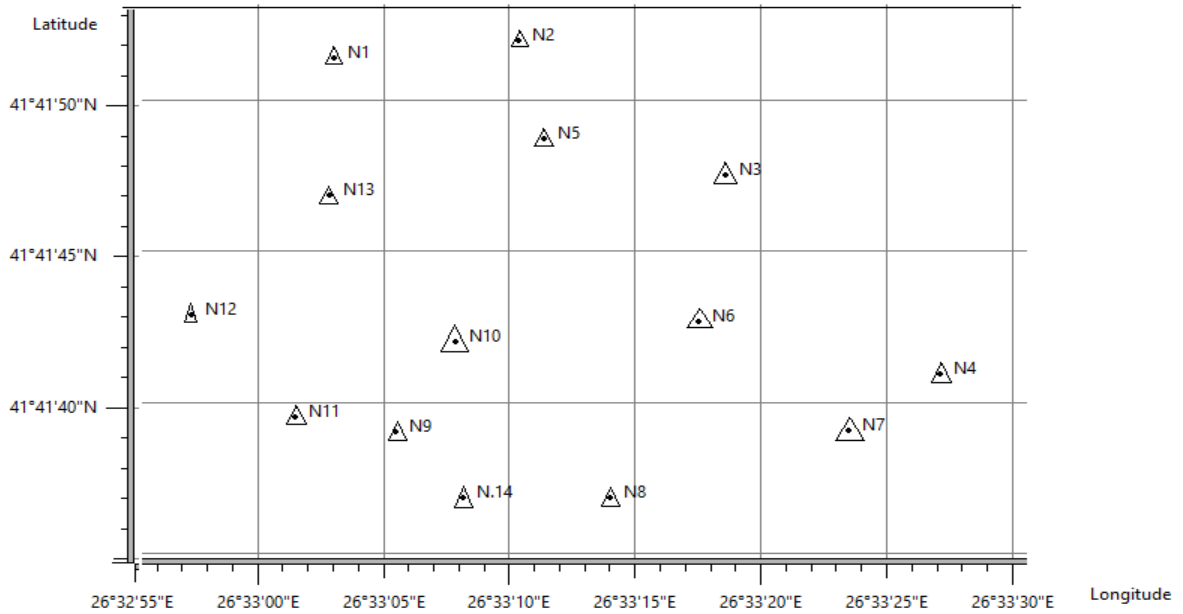
4.2. GPS Ölçmelerinin Analizi

Veri değerlendirme ve analiz işlemleri Ashtech Solution 2.60 ve Topcon Magnet Tools yazılımları kullanılarak yapılmıştır . Değerlendirme EDİR koordinatları sabit alınarak deformasyon analizi için minimum zorlamalı dengeleme işlemi gerçekleştirilerek 14 adet obje noktasının koordinatları elde edilmiştir. Tüm çözümler

TÜBAP 2012/135

ITRF96 datumunda 2008.00 epoğunda gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1). Tüm yapılan değerlendirme de 14 jeodezik yatay-düşey ağ noktalarının koordinatlarının standart sapma değerleri $\pm 1-6$ mm aralığında elde edilmiştir.

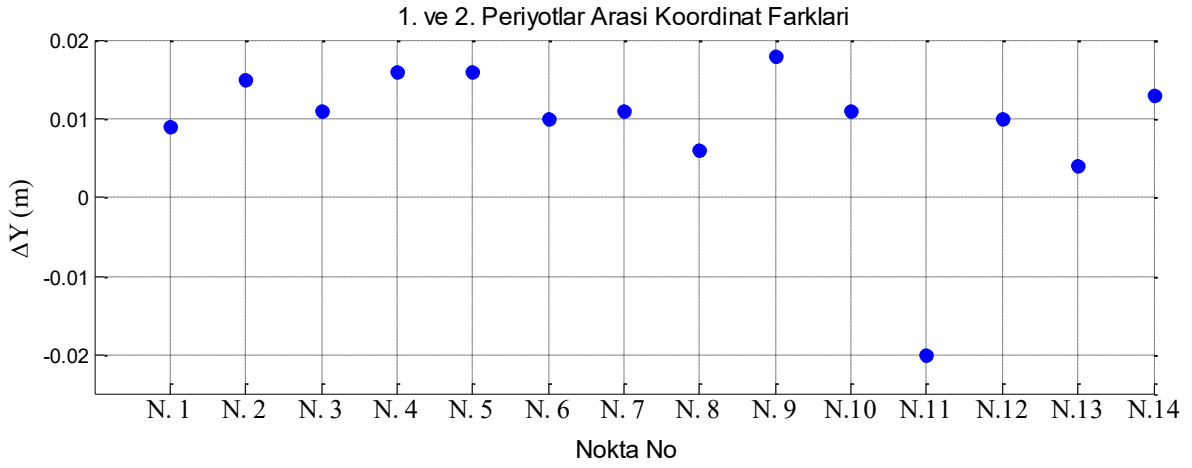
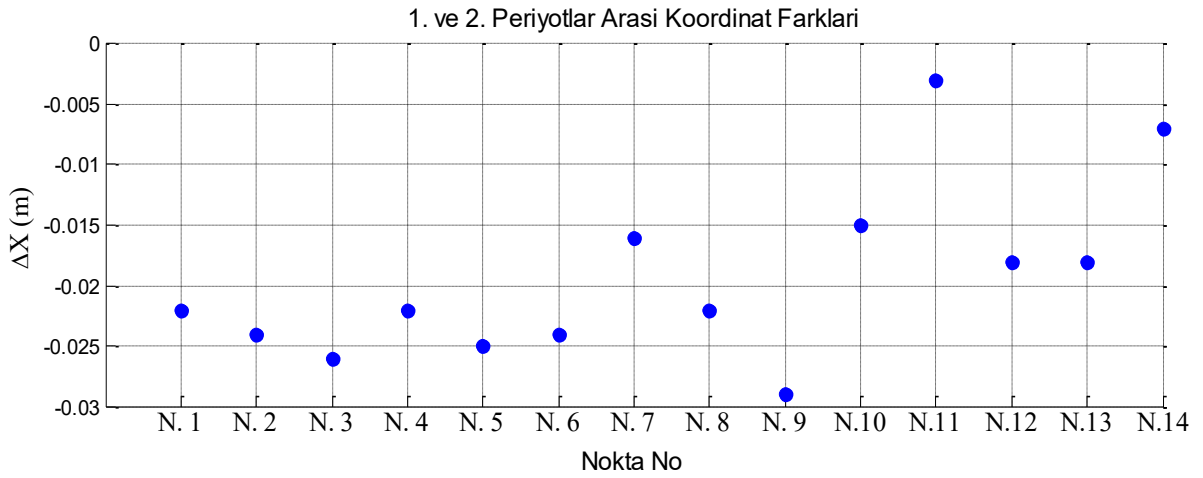
Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde statik yöntem ile yapılan ölçümler sonucunda bulunan değerlerin deformasyon analizi için yeterli doğruluğa sahip olduğu kanaatine varılmasına imkân sağlamaktadır.

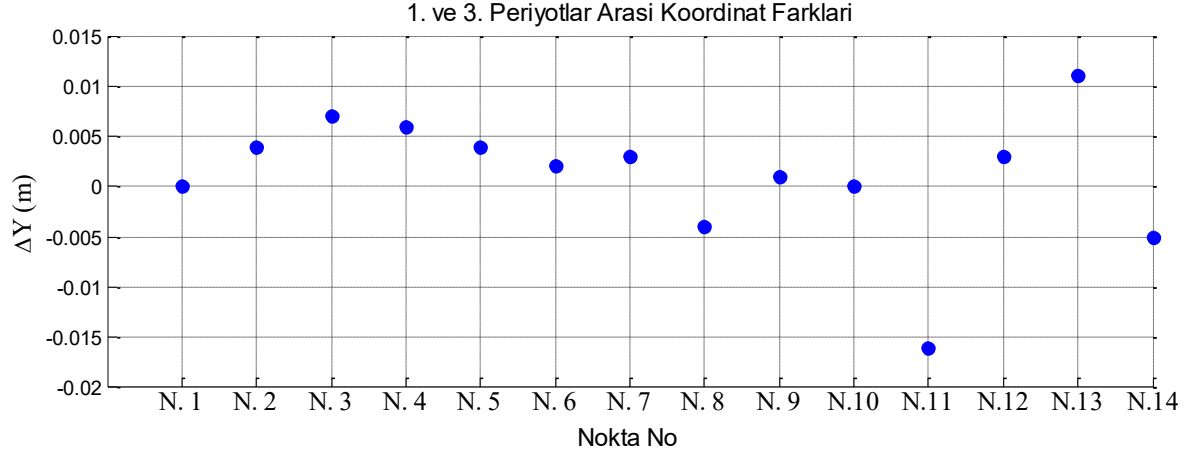


Şekil 4.1- Proje sahasındaki 14 adet jeodezik yatay-düşey ağ noktalarının genel grafiği

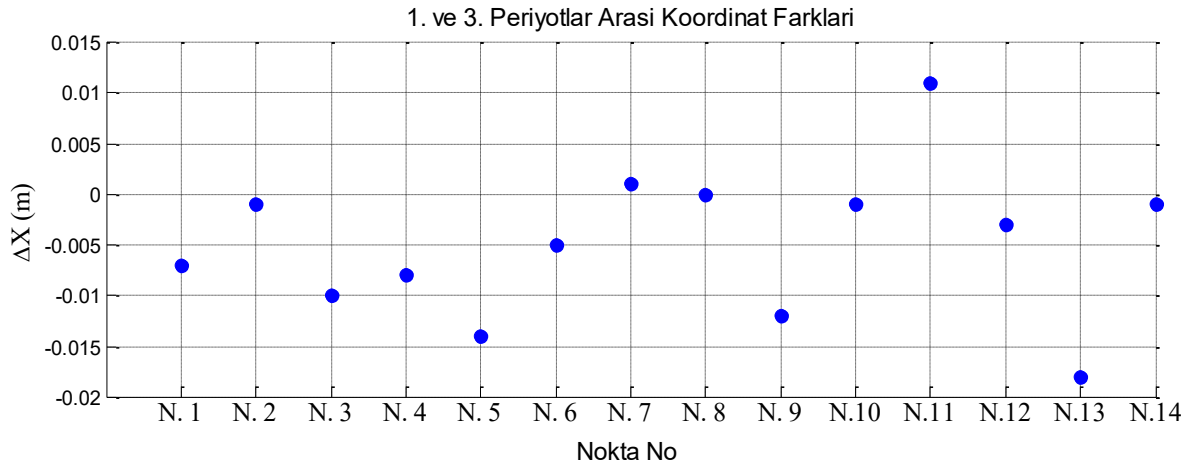
Her bir periyoda ait değerlendirme sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Bu periyotlar arasındaki koordinat farkları da hesaplanmış ve elde edilen değerler Şekil 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, ve Tablo 4.3 de gösterilmiştir.

TÜBAP 2012/135

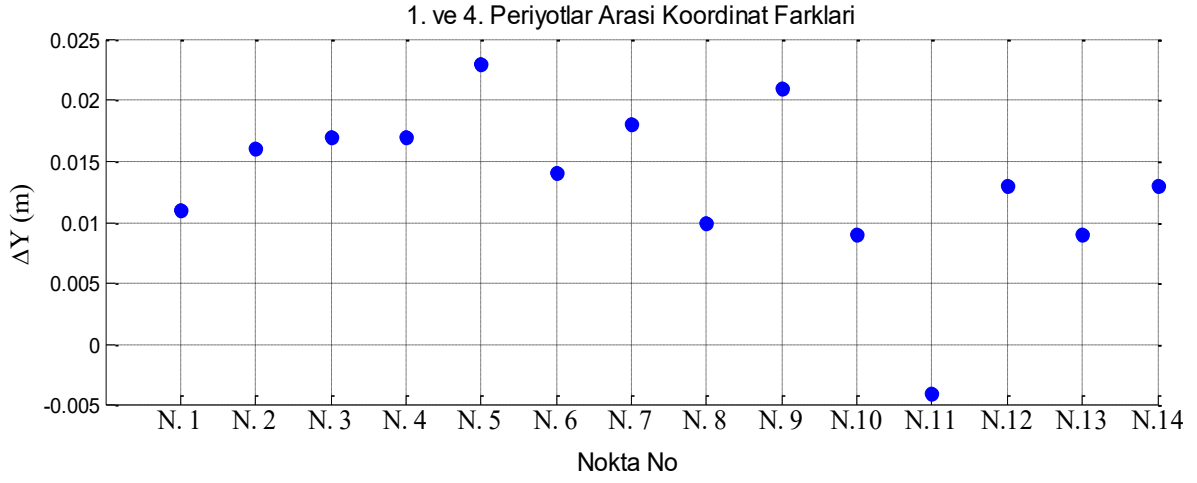
Şekil 4.2- 1. ve 2. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farklarıŞekil 4.3- 1. ve 2. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları



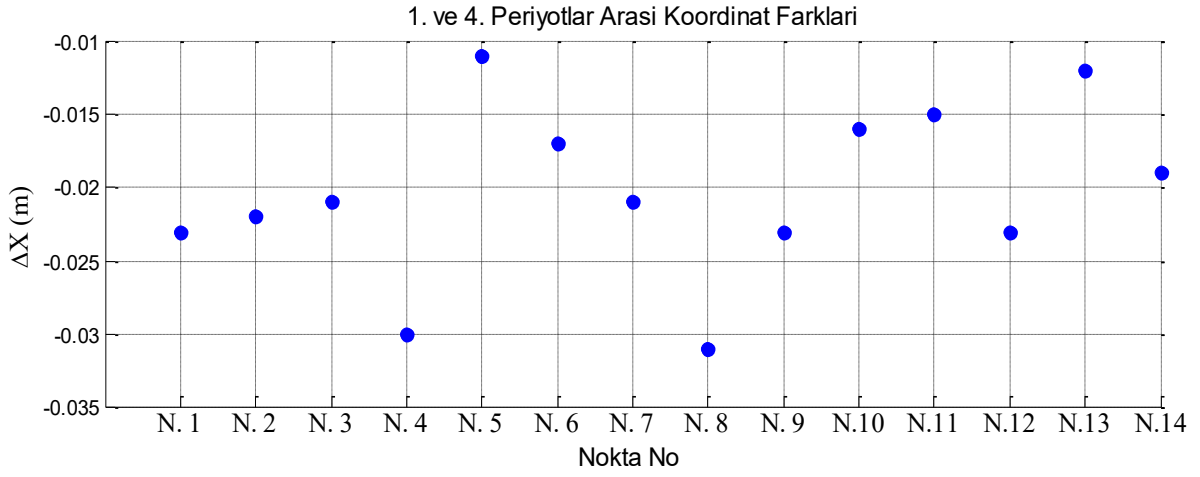
Şekil 4.4- 1. ve 3. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları



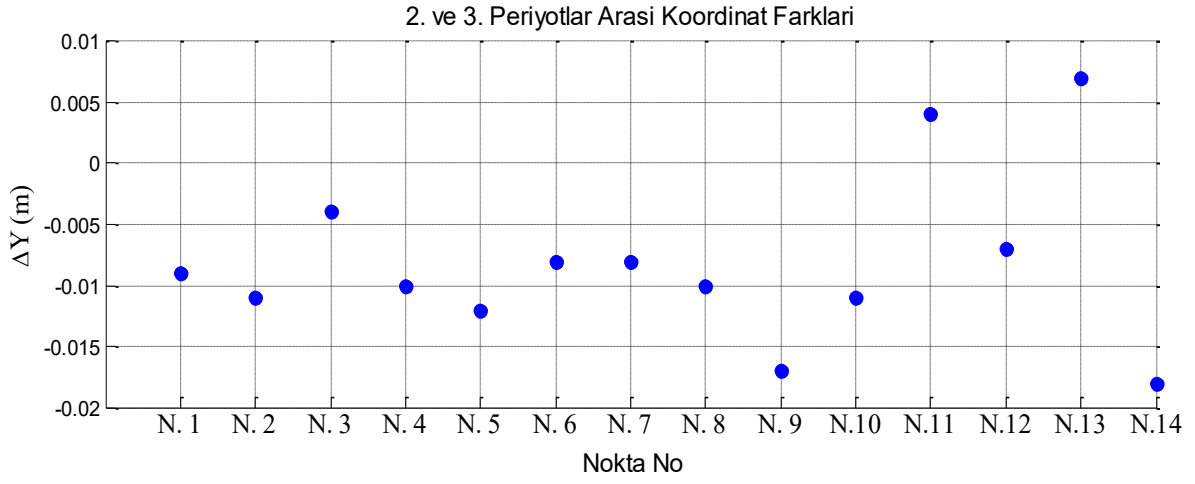
Şekil 4.5- 1. ve 3. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları



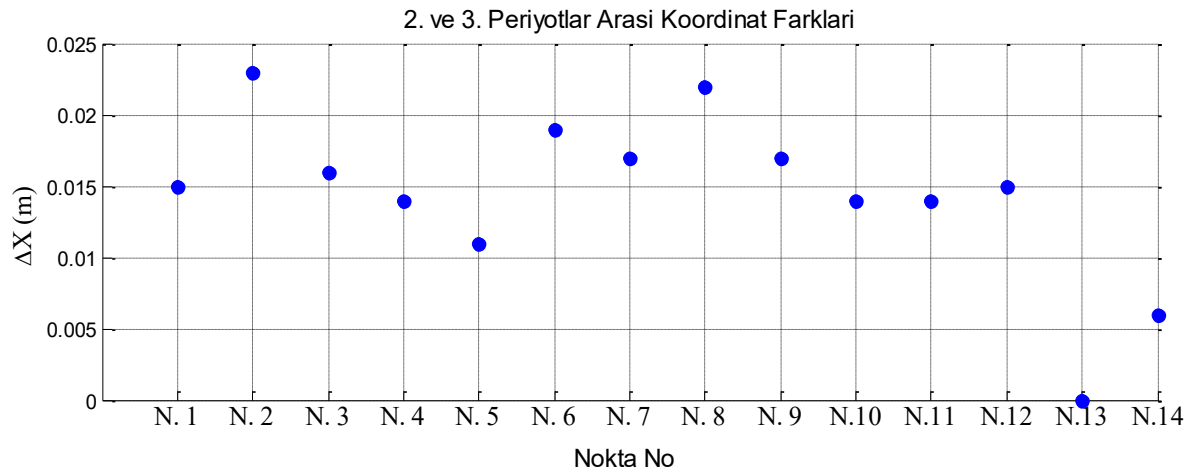
Şekil 4.6- 1. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları



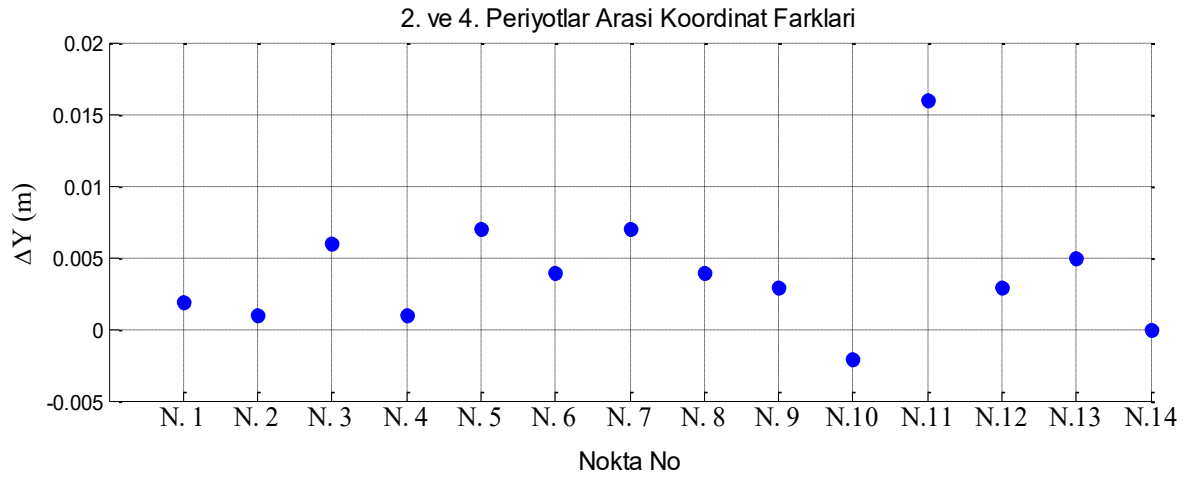
Şekil 4.7- 1. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları



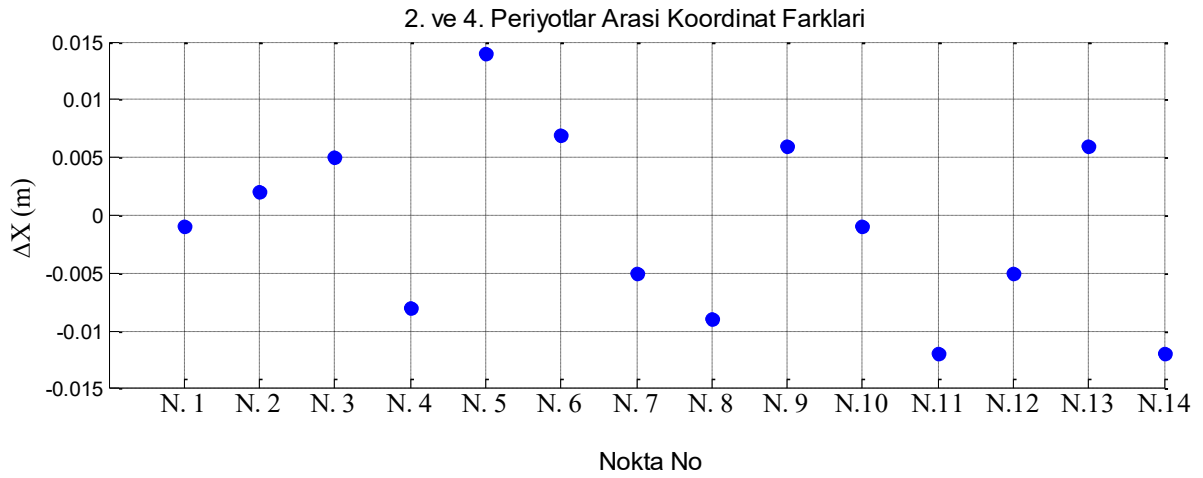
Şekil 4.8- 2. ve 3. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları



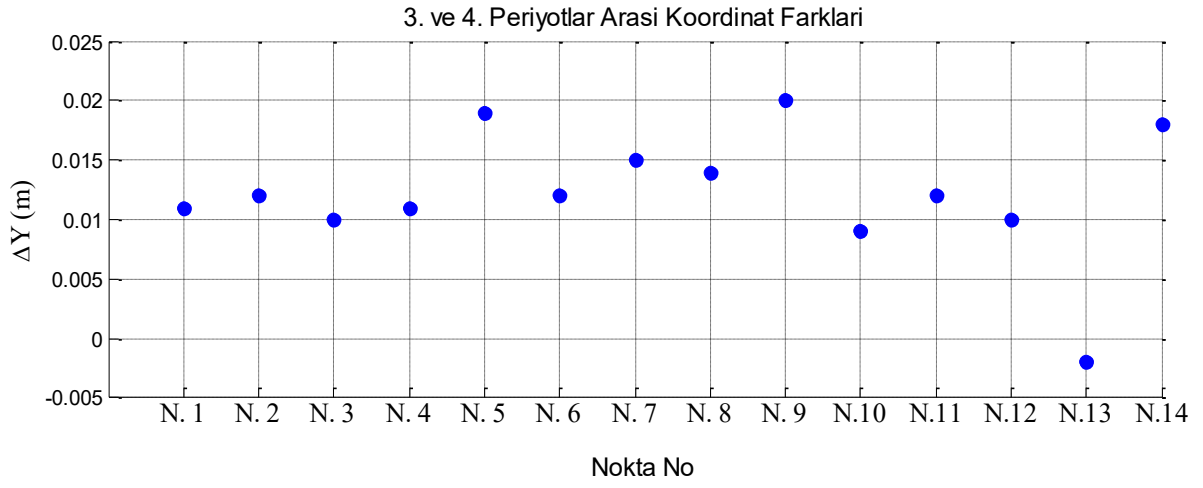
Şekil 4.9- 2. ve 3. Periyotları arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları



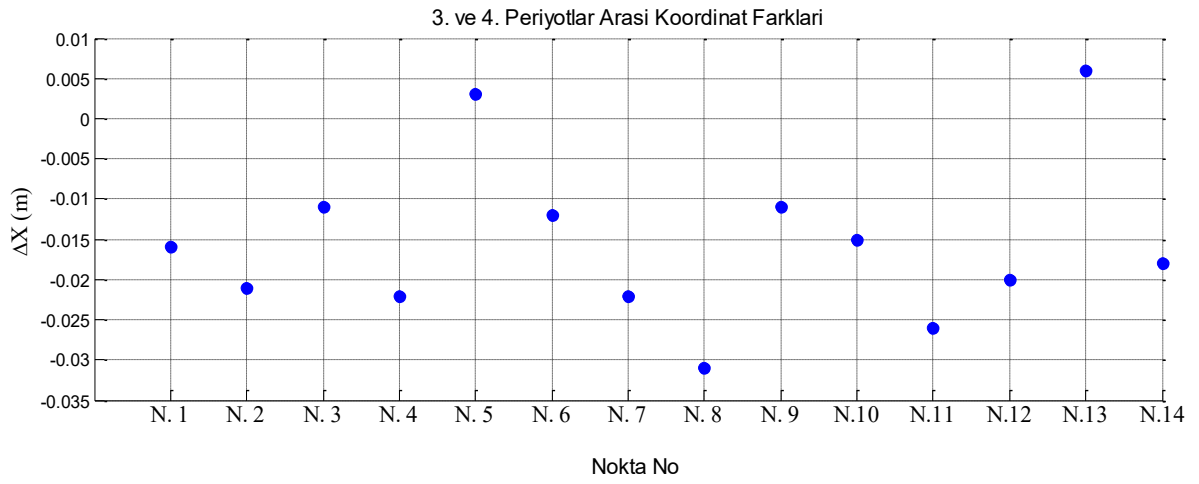
Şekil 4.10- 2. ve 4. Periyotları arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları



Şekil 4.11- 2. ve 4. Periyotları arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları



Şekil 4.12- 3. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔY koordinat farkları



Şekil 4.13- 3. ve 4. Periyotlar arasında, ağ noktalarının ΔX koordinat farkları

TÜBAP 2012/135

Tablo 4.3- Proje sahasındaki ağ noktalarının dört periyot sonucu elde edilen koordinatları

NN	1. Periyot Ölçü			2. Periyot Ölçü		
	Y	X	Z	Y	X	Z
N1	462611.4300	4618147.7650	37.1090	462611.4210	4618147.7870	36.9380
N2	462781.2910	4618163.8280	35.9500	462781.2760	4618163.8520	35.8000
N3	462971.5600	4618026.1400	38.0960	462971.5490	4618026.1660	37.9410
N4	463167.4380	4617821.4480	36.1000	463167.4220	4617821.4700	35.9460
N5	462803.7710	4618064.1910	41.2340	462803.7550	4618064.2160	41.0620
N6	462945.1750	4617876.1430	41.0270	462945.1650	4617876.1670	40.8630
N7	463082.9000	4617764.6920	41.2200	463082.8890	4617764.7080	39.7000
N8	462863.3340	4617696.3440	41.4580	462863.3280	4617696.3660	39.8290
N9	462666.2550	4617764.9750	41.3220	462666.2370	4617765.0040	41.1670
N10	462721.7380	4617857.3590	43.5300	462721.7270	4617857.3740	41.9400
N11	462573.4960	4617780.8310	42.9040	462573.5160	4617780.8340	42.9730
N12	462479.5680	4617885.3840	45.7880	462479.5580	4617885.4020	45.6450
N13	462607.4350	4618007.2270	44.6860	462607.4310	4618007.2450	44.2310
N14	462728.4340	4617697.7420	40.5060	462728.4210	4617697.7490	40.3490
NN	3. Periyot Ölçü			4. Periyot Ölçü		
	Y	X	Z	Y	X	Z
N1	462611.4300	4618147.7720	37.1030	462611.4190	4618147.7880	36.9250
N2	462781.2870	4618163.8290	35.9600	462781.2750	4618163.8500	35.7760
N3	462971.5530	4618026.1500	38.0910	462971.5430	4618026.1610	37.9690
N4	463167.4320	4617821.4560	36.1100	463167.4210	4617821.4780	35.9450
N5	462803.7670	4618064.2050	41.2310	462803.7480	4618064.2020	41.0500
N6	462945.1730	4617876.1480	41.0180	462945.1610	4617876.1600	40.8420
N7	463082.8970	4617764.6910	39.8610	463082.8820	4617764.7130	39.6760
N8	462863.3380	4617696.3440	39.9890	462863.3240	4617696.3750	39.7960
N9	462666.2540	4617764.9870	41.3050	462666.2340	4617764.9980	41.1260
N10	462721.7380	4617857.3600	42.0460	462721.7290	4617857.3750	42.0180
N11	462573.5120	4617780.8200	43.0920	462573.5000	4617780.8460	42.9310
N12	462479.5650	4617885.3870	45.7750	462479.5550	4617885.4070	45.6160
N13	462607.4240	4618007.2450	41.0760	462607.4260	4618007.2390	44.1870
N14	462728.4390	4617697.7430	40.5090	462728.4210	4617697.7610	40.3960

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tüm jeodezik altyapı çalışmalarında, başta mühendislik ölçmeleri olmak üzere ilgili alanlardaki mühendislik projelerinin planlanması, projelendirilmesi, uygulanması ve uygulama sonrası gerek duyulan topoğrafik ölçme, hesaplama işlemlerini kapsayan her türlü uygulamada, kamu kurum ve kuruluşlarının yanında özel sektör çalışmalarında da altlık çalışma unsuru olarak kullanılabilecek yapıda bir ağ tasarlanmış ve tesisi yapılmıştır. Bunun yanı sıra, bir çalışma sahasında oluşturulan jeodezik ağ, kadastro birimleri tarafından mülkiyetle ilişkili tespit çalışmalarında, belediyeçilik alanında halihazır harita üretimi ve imar uygulamaları kapsamında ve konuma dayalı bilgi üretimi ve kullanımı alanında olmak üzere Karayolları (TCK), Devlet Su İşleri (DSİ), İl Özel İdaresi gibi önemli kamu kuruluşlarına da hizmet sağlayacak niteliktedir. Ayrıca, yer kabuğu hareketlerinin ve deformasyonların izlenmesinde de bu tip ağlardan yararlanılmaktadır.

Sonuç olarak, Trakya Üniversitesi Sarayıçi Yerleşke alanında jeodezik yatay-düşey ağ noktalarının oluşturulması, ağ noktalarında deformasyon ölçmelerinin yapılması ve sonuçlarının analizi kapsamında yürütülen bu projede, çalışma alanına homojen dağılmış ve zemine tesisi yapılan 14 adet yer kontrol noktasında GPS/GNSS ölçme tekniğine dayalı olarak 4 periyot ölçü gerçekleştirilmiştir. Yapılan periyodik ölçümler, gerekli analiz yöntemleri ile incelenerek aşağıda belirtilen alt başlıklarda sonuçlar irdelenmiştir.

5.1- Hassas Nivelman Ölçmelerinin Sonucu ve İstatistiksel Yorumu

Tablo 4.2. incelendiğinde Sarayıçi Düşey Kontrol Ağının noktaları için ulaşılan ölçü doğruluğu içinde aşağıdaki sonuçları söylemek mümkündür. Bunlar;

- Mayıs 2014 – Eylül 2015 ölçme dönemleri aralığında N.06 noktasının hiçbir dönem aralığında hareketli olmadığı, dolayısıyla hareketsiz yani sabit kaldığı,
- Maksimum düşey çökmenin Haziran 2015-Eylül 2015 ölçme dönemleri arasında N.09 noktasında -6.244 mm, minumum düşey çökmenin Mayıs 2014-

TÜBAP 2012/135

- Eylül 2015 ölçme dönemleri arasında N.02 noktasında -0.499 mm olarak gerçekleştiği,
- Maksimum kabarmanın Mayıs2014-Eylül2015 ölçme dönemleri arasında N.13 noktasında 6.141 mm, minimum kabarmanın Eylül2014-Haziran2014 ölçme dönemleri arasında N.03 noktasında 1.242 mm olduğu,
- Esasen Mayıs 2014 - Haziran 2015 ölçme dönemleri aralığındaki düşey değişimlerin çökme ve kabarma yönünde düzensizlikler gösterdiği ve bu aralıkta anlamlı tek düşey hareketin N.08 noktasında -3.753 mm olduğu,
- Sarayıçi Düşey Kontrol Ağındaki hassas nivelman ölçülerinin başladığı Mayıs 2014 ölçme dönemi ile son ölçme dönemi Eylül 215 aralığında maksimum düşey çökmenin N.08 noktasında -5.814 mm, maksimum kabarmanın N.13 noktasında 6.141 mm olarak ortalama +/- 6 mm boyutunda gerçekleştiği, bu aralıkta N.03, .04, N.06 ve N.07 numaralı dört noktanın hareketsiz olduğu, dolayısıyla Tunca Nehri kıyısındaki 8 ve 9 numaralı nivelman luplarının bulunduğu bölgede herhangi bir düşey oturma gözlemlenmediğini

ifade etmek %95 istatistiksel olasılıkla olanak dahilindedir.

Ayrıca, Ortalama Aykırılıklar Yöntemi ile istatistiksel olarak belirlenen düşey değişim gösteren kontrol noktaları ile Bağlı Güven Elipsleri Yöntemi ile yapılan değerlendirmeler neticesinde hesaplanan düşey değişim büyüklükleri ve bunlara ilişkin güven aralıkları içinde kalan noktaların uyumlu olması, Edirne Sarayıçi Bölgesindeki düşey değişimleri belirlemek üzere gerçekleştirilen bu projedeki hassas nivelman ölçülerinin jeodezik deformasyon ölçülerinden beklenen gözlemsel doğruluk, incelik, duyarlık ve güvenilirlik ölçütlerine uygun olarak gerçekleştirildiği ve dolayısıyla istatistiksel anlamda uyumluluğunu da göstermesi açısından önem arz etmektedir.

5.2-GPS Ölçmelerinin Sonucu

Yapılan değerlendirmelerin sonucunda; yatay ve düşey jeodezik altyapıyı oluşturan 14 noktada, tüm periyotlara ait olan koordinat değişimlerinin genel olarak yaklaşık 1-2 cm aralığında kaldığı görülmektedir. Periyotlar arası noktalara ait koordinat farklarının hesaplanmasında 4 periyodik ölçü dönemine ait 6 farklı kombinasyonla farklar incelenmiş ve grafikler üzerinde gösterilmiştir.

Buna göre, toplam 6 farklı periyot farkları incelendiğinde; en büyük koordinat farkının X yönünde 0.029 m değerinde, 1 ve 2 periyot ölçümleri arasında 9 no' lu noktada olduğu görülmektedir.

Tüm kombinasyonlar göz önüne alındığında; minimum koordinat farkının 1-3 periyotları arasında X yönünde 8 no' lu noktada ve Y yönünde 1 ve 10 no' lu noktalarda; 2-3 periyotları arasında ise X yönünde 13 no' lu noktada elde edildiği belirlenmiştir. Bu periyotlara minimum koordinat farkları 0 m olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde statik yöntem ile yapılan ölçümler sonucunda bulunan değerlerin deformasyon analizi için yeterli doğruluğa sahip olduğu kanaatine varılmasına imkân sağlamaktadır.

6. KAYNAKLAR

[1] Algül E. (1982), Barajlarda Jeodezik Deformasyon Ölçmeleri ve Analizi, İTÜ İnşaat Fakültesi, Doçentlik Tezi, İstanbul.

[2] Andersen, H.-E.; Clarkin T.; Winterberger, K.; Strunk, J. An accuracy assessment of positions obtained using survey-grade and recreational-grade Global Positioning System receivers across a range of forest conditions within the Tanana Valley of Interior Alaska. // Western Journal of Applied Forestry. 24, 3(2009), pp. 128-136.

[3] Atasoy V. (1984), Jeodezik Deformasyon Ölçülerinin Analizi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

[4] Aydın Ö., Erkaya H., Hoşbaş R.G., Gülal V.E., Soycan M., Pala H., İlder B. (2003), Fatih Camisinde Deformasyon Ölçmeleri, 1. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası ve YTÜ Jeodezi ve Foto. Müh. Bölümü 30-31 Ekim 2003, İstanbul.

[5] Demirel H. (2003) : Dengeleme Hesabı, YTÜ İnşaat Fakültesi Sayı: İNJFM-2003.003, İstanbul

[6] Demirkaya S., Hoşbaş R.G., Erkaya H., (2005), Hannover Yaklaşımı ile Geometrik Deformasyon Analiz Sürecine Bir Kısa Yol Önerisi, 2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası ve İTÜ Jeodezi ve Foto. Müh. Bölümü 23-25 Kasım 2005, İstanbul.

[7] El-Rabbany, A. Introduction to GPS: The Global Positioning System, Second Edition, Artech House, 2006, pp.159-160.

[8] Erkaya H. (1987), Mühendislik Yapılarındaki Deformasyonların Jeodezik Yöntemlerle Saptanması ve Bir Model Üzerinde Uygulanması, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

[9] Erkaya H., Hoşbaş G., Gülal E. (2002), Tarihi Yapılarda Deformasyon Ölçmeleri. Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Eğitiminde 30. Yıl, 17-18 Ekim 2002, Konya.

[10] Hoşbaş R.G. (1992), Baraj Deformasyonlarının Belirlenmesinde Jeodezik Yaklaşımların İrdelenmesi ve Bir Öneri, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 1992.

[11] Hoşbaş R.G., Erkaya H., Ersoy N., Gülal V.E. (2007), Alibey Barajında Düşey Değişimlerin Jeodezik Yöntemlerle İzlenmesi, 3. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 24-26 Ekim 2007, Konya.

- [12] Landau, H.; Vollath, U.; Chen, X. Virtual Reference Stations versus Broadcast Solutions in Network RTK – Advantages and Limitations, Proceedings of GNSS 2003–The European Navigation Conference, Graz, Austria, April 22-25, 2003.
- [13] Martin, A. A.; Holden, N. M.; Owende, P. M.; Ward, S. M. The effects of peripheral canopy on DGPS performance on forest roads. // International Journal of Forestry Engineering, 12, 1(2001), pp. 71-79.
- [14] Mori, A.; Takeda, H. The effects of released S/A on accuracy of DGPS surveying inside the forest. // Journal of Japan Forestry Society. 82, (2000), pp. 393-396 (in Japanese with English summary).
- [15] Motosevic, M.; Salcic, Z.; Berber, S. A comparison of accuracy using a GPS and a low-cost DGPS. // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 55 5(2006), pp. 1677-1683. DOI: 10.1109/TIM.2006.880918
- [16] Öztürk E., Şerbetçi M. (1992), Dengeleme Hesabı III, KTÜ Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- [17] Parkinson, B.W., Spilker, J.J. (1996).Global Positioning System, Theory and Applications. Volume 1, Chapter 15, Foliage Attenuation for Land Mobile Users, Stanford University and Telecom, Stanford, California, 569-583.
- [18] Pirti, A. Using GPS System near The Forest and Quality Control, *Survey Review Journal*, Vol.38, No. 298, pp. 286-298, ISSN 0039-6265, October, 2005.
- [19] Pirti, A. Accuracy Analysis of GPS Positioning near the Forest Environment. // Croatian Journal of Forest Engineering. 29, 2(2008), pp. 189-201.
- [20] Rizos, C. Alternative to current GPS-RTK services and some implications for CORS infrastructure and operations. // GPS Solution. 11, 3:1(2007), pp. 51-158.
- [21] Sawaguchi, I.; Watanabe, S.; Shishiuchi, M. The effect of stand conditions on positioning precision with real-time DGPS. // Journal of Japan Forestry Society. 16, 1(2001), pp. 35-42 (in Japanese with English summary).
- [22] Snay, R. A. Continuously Operating Reference Station (CORS). History, Applications, and Future Enhancements. // Journal of Surveying Engineering. 134, 4(2008), pp.

[23] Uzel T. (1991) : Barajların Güvenliği, YTÜ Yayınları Sayı:221, İstanbul.

[24] Welsh W., Heunecke O., Kuhlman H., (2000), Handbuch Ingenieurgeodäsie (Auswertung Geodätischer Überwachungsmessungen), Herbert Wichmann Verlag – Heidelberg.

[25] Wolf H., (1979), Ausgleichungsrechnung II, Aufgaben und Beispiele zur praktischen Anwendung, Dümmlers Verlag, Bonn.

[26] Wolf Pr., Ghilani Cd. Elementary Surveying, an Introduction to Geomatics, 12th Edition, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, 2008, 960 pages.