

BARAJ EMNİYETİ VE DEFORMASYON İZLEME ÇALIŞMALARI ATATÜRK BARAJI ÖRNEĞİ

Y. KALKAN¹

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, kalkany@itu.edu.tr

Özet

Susuz hayat olmaz sözü, suyun hayatımızdaki önemini en güzel ifade etmektedir. Bu önem, her geçen gün daha da artmaktadır. Bazılarına göre, önümüzdeki asır su asrı olacaktır. Giderek etkisini gösteren Küresel Isınma ve İklim Değişimleri, bu tezi doğrular gibidir. Özellikle, bizim gibi orta kuşakta yer alan ve su kaynakları sınırlı olan ülkeler için bu durum daha da önemlidir. Su kaynaklarımızın etkin değerlendirilmesi ve boşa akıp giden akarsularımızın kontrol altına alınması ve uzun vadeli gerçekçi bir planlama ile suyun ve su kaynaklarımızın daha verimli kullanılması bir zorunluluktur. Bu doğrultuda, akarsularımız üzerine inşa edilen bent ve barajlar gibi su yapıları ile bu kaynakların akışının düzenlenmesi, suyun biriktirilmesi, sulama, içme ve/veya enerji üretiminde daha etkin kullanılması gibi çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde yaklaşık iki bine yakın gölet ve baraj inşa edilmiş veya edilmektedir. Bunlardan yaklaşık altı yüze yakını büyük barajlar sınıfında değerlendirilmektedir. Barajlar gibi önemli ve kritik su yapılarının, kendilerinden beklenen fonksiyonları, güvenli ve sürekli olarak yerine getirebilmeleri için izlenmeleri ve emniyetlerinin sağlanması önem taşımaktadır. Bunun için mevcut durumlarının bir bilgi sistemi mantığı ile sunulması ve özellikle büyük barajlar ve yakın çevresinin jeodezik ve jeodezik olmayan yöntemlerle periyodik olarak izlenmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, baraj ve baraj emniyeti hakkında kısa bilgi verildikten sonra, ülkemizdeki barajlar hakkında özet bilgi verilmiş ve bu yapılarda uygulanmakta olan izleme çalışmalarından bahsedilmiştir. Büyük barajlarda yapılması gerekli deformasyon izleme teknikleri tanıtılmıştır. Örnek bir çalışma olarak Atatürk Barajı ve bu barajda sürdürülmekte olan deformasyon izleme çalışmaları tanıtılmıştır. Atatürk Barajı, Ülkemizin en büyük barajı olduğu gibi dünyanın da sayılı barajları arasında yer almaktadır. Gerek sulama, gerek içme ve gerekse enerji üretimi bakımından önemli bir konuma sahiptir. Atatürk barajında, farklı disiplinler tarafından uygulanmakta olan Jeodezik ve jeodezik olmayan deformasyon izleme yöntemleri hakkında genel bilgi verilmiştir. Özellikle, yedi yıldanberi sürdürmekte olduğumuz jeodezik yöntemlerle deformasyonların izlenmesi çalışmalarından ve elde edilen bazı sonuçlarından bahsedilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Atatürk Barajı, Deformasyon Ölçmeleri, Jeodezik Ölçme Teknikleri, Jeodezik olmayan Teknikler, GPS.

DEFORMATION MONITORING by GEODETHIC METHOD in ATATÜRK DAM

Abstract

The importance of water and water structures are increasing recently. This situation is more considerable for such countries like Turkey which located in middle zone of the world. The dams are one of the important engineering structures which are used for water supply, flood control, agricultural uses, drinking and hydroelectric power. Turkey has about 900 large dams. Dams are very large and critical structures and they demand the use or application of precise monitoring methods at regular intervals. Monitoring is an essential component of the dams. In this study, some information about dams and the methods of monitoring are given. The case study, dam and dam safety and deformation measurements of Atatürk Dam is mentioned. Atatürk Dam is one of the five dams constructed on Fırat River and has

importance including especially irrigation and hydroelectric power. In addition, brief information is given about Atatürk Dam and the methods of geodetic and non-geodetic monitoring measurements applied by different disciplines. Especially geodetic monitoring methods are emphasized and also some of new measuring techniques recommended.

Keywords: Atatürk Dam, Deformation Monitoring, Geodetic Measurement Techniques, Non-geodetic Techniques, GPS.

1. Giriş

Artan dünya nüfusu, yükselen hayat standartları ve bozulan doğal denge, suya olan ihtyacı daha da artırmıştır. Özellikle, bizim gibi sınırlı su kaynağına sahip olan bir ülke için bu, daha büyük bir öneme sahiptir. Su kaynaklarının yeterince kontrol altına alınması ve boşa akıp giden suların mümkün olduğunca baraj, göl, gölet gibi ortamlarda biriktirilmesi ve bunların var olan enerjilerinin kontrollü ve faydalı bir şekilde açığa çıkarılması ana hedeftir. Barajlar gibi su yapıları, suyu biriktirmek, akımını düzenlemek, sulama, içme ve enerji üretme gibi bir çok fonksiyonu yerine getiren önemli mühendislik yapılarıdır. Bu yapılarda ortaya çıkabilecek herhangi bir olumsuzluk, baraj ve yakın çevresinde yaşayan insanlar için kimi zaman bir afete dönüşebilir ve ülke ekonomisi için de ciddi zararlara neden olabilir. Bu sebeple, bu tür mühendislik yapıları, inşasından itibaren izlenmeye alınıp, jeodezik ve jeodezik olmayan ölçme teknikleri kullanılarak muhtemel değişimleri ve deformasyonları belirlenmeye çalışılır.

Kaynaklara göre, Dünyada 150 binden fazla baraj bulunmaktadır (Akarun,1983). İkinci dünya savaşından sonra, baraj yapım teknolojisindeki hızlı gelişmelere paralel olarak çok daha yüksek ve çok daha hacimli barajlar yapılmaya başlanmıştır. Bu gün için, gövde yüksekliği 300 metrenin üzerinde ve gövde hacmi 200 milyon metre küpten daha fazla olan barajlar inşa edilebilmektedir. Dünyanın en yüksek barajı, 335 m. gövde yüksekliği ile Tacikistan'daki *Rogun barajı* olduğu gibi, en büyük gövde hacmine sahip barajı da, 540 milyar metre küp gövde hacmiyle Kanadadaki *Synrude Tailings Barajı*dır. Hidrolik enerji üretimi bakımından ise, dünyanın en büyük kurulu gücüne sahip barajı ise, Çindeki *Three Gorges barajı*dır. Ülkemizde ise, Uluslararası kriterlere göre baraj niteliğinde olan 900'e yakın baraj bulunmaktadır (URL1 ve URL2). Bu sayıya inşa, proje ve planlama safahasında olan büyük gölet ve barajlar eklenecek olursa, bu sayı yaklaşık 2000'e ulaşmaktadır (DSİ, 2013). Bunlar içinde en büyüğü, Atatürk barajıdır.

Bu çalışmada, barajlar hakkında bilgi verilmiş ve bu yapılarda uygulanmakta olan deformasyon izleme teknikleri tanıtılmıştır. Örnek bir çalışma olarak Atatürk Barajı ve bu barajda 1990 dan beri sürdürülmekte olan deformasyon izleme çalışmaları hakkında genel bilgi verilmiştir. Özellikle, 7 yılı aşkın zamandan beri İTÜ İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü olarak DSİ nin desteği ile

yaptığımız jeodezik yöntemlerle deformasyon izleme çalışmaları ve bazı sonuçları hakkında daha geniş bilgi aktarılmaya çalışılmıştır.

2. Barajlarda Deformasyonların İzlenmesi

Barajlar, değişik yük altında bulunan kritik mühendislik yapılarından birisidir. Baraj ve yakın çevresi, bir çok nedene bağlı olarak zaman içinde deformasyona uğrayabilir. Barajın yapısı, gövdenin ve su kütesinin ağırlığı, suyun basıncı, gövde içi su basıncındaki değişim, sıcaklık değişimleri ve yer kabuğu hareketleri gibi faktörler deformasyonların sebepleri olabilir. Bu değişimler, bazan barajların yıkılmasına bile yol açabilir(Şekil 1). Tarihte bunun birçok örnekleri mevcuttur(ASDSO, 2010) .



Şekil 1. a) Barajında meydana gelen yıkılma



b) Teton Barajında meydana gelen yıkılma

Bunun için, barajlarda zamanla oluşabilecek fiziksel ve geometrik değişimler izlenir ve bu değişimlerin anlamlı seviyelerde olup olmadıkları ve kritik değerlere yaklaşıp yaklaşmadıkları belirlenmeye çalışılır. Böylece, zamanında alınacak önlemlerle yapının emniyeti, verimliliği ve yapıdan beklenen faydanın sürekliliği yanında, yol açabileceği zararların da önlenmesi sağlanmış olur. Özellikle son yıllarda bu konuya olan ilgi ve duyarlılık artarak devam etmektedir. Büyük Barajlar gibi önemli mühendislik yapılarında zamanla meydana gelebilecek deformasyonları izlemek üzere, jeodezik ve jeodezik olmayan bir çok yöntem uygulanmaktadır.

2.1 Deformasyon İzleme Yöntemleri

Baraj deformasyonlarının izlenmesinde jeodezik ve jeodezik olmayan bir çok yöntem uygulanmaktadır. Jeodezik yöntem, alinyman ölçmelerinden uydu bazlı konum ölçmelerine kadar bir çok farklı ölçme tekniğini içinde barındırır (Tablo 1).

Tablo 1. Jeodezik Yöntemle Deformasyon İzleme Teknikleri ve Ölçme Donanımları

Jeodezik Yöntemler	Kullanılan Alet ve Donanımlar
<ul style="list-style-type: none"> • Aliynman Ölçmeleri • Klasik Konum Ölçmeleri • Uydu bazlı konum ölçmeleri • Presiz. Trigonometrik Nivelman Ölçmeleri • Presiz. Geometrik Nivelman Ölçmeleri • Laser Scanner Tekniği • İnterferometrik SAR Görüntü Tekniği 	<ul style="list-style-type: none"> • Teodolit, Laser Optik, İнвар Tel vs. • Total Station, Teodolit ve Uzaklık Ölçer • GPS, GLONAS ve GALİLO Alıcıları • Hassas Total Station, Teodolit ve Uz. Ölç. • Presizyonlu Nivelman Donanımı • Laser Scanner • SAR Uydu Görüntülerinin Değerlendirilm.

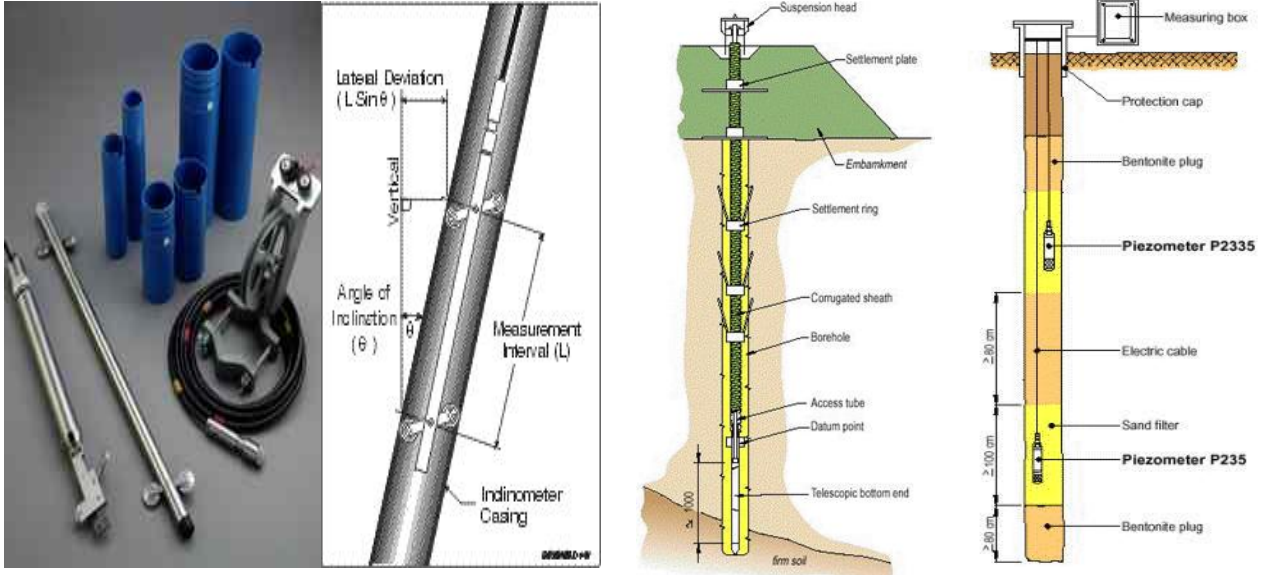
En fazla uygulanan şekliyle, yatay ve düşey yöndeki deformasyonların izlenmesi işi, bu amaç için oluşturulmuş deformasyon ağlarında, periyodik olarak yapılacak Klasik ve/veya Uydu Bazlı ölçmelerle yapılır. Baraj gövdesi ve yakın çevresindeki konum değişimleri, bölge dışında seçilen referans noktalarına göre, bağıl olarak belirlenmeye çalışılır. Jeodezik yöntemde ölçme metodu ve ölçme aralığının seçimi ve bu ölçmelere ilişkin standartlar, izlenecek barajın türüne, beklenen deformasyonların çeşidine ve barajın bulunduğu aşamaya bağlı olarak farklılıklar gösterir.

Jeodezik olmayan yöntemlerde ise, yatay-düşey hareketler yanında, baraj ve çevresindeki deformasyonlara neden olan yük değişimleri, yer altı su seviyesi değişimi, gerilme, sıcaklık gibi değişik faktörlerin büyüklükleri ve değişimleri bazı özel donanımlarla ölçülerek izlenir (Tablo 2).

Tablo 2. Jeodezik Olmayan Yöntemler ve Ölçme Donanımları

Jeodezik Olmayan Yöntemler	Ölçme Donanımları
<ul style="list-style-type: none"> • Eğim ölçmeleri • Deplasman Ölçmeleri • Uzunluk değişim Ölçmeleri • Boşluk suyu basıncı Ölçmeleri • Düşeyden ayrılma ölçmeleri • Derz Ölçmeleri • Çatlak ölçmeleri 	<ul style="list-style-type: none"> • İnklinometreler • Settlement Tubes • Extensometreler • Piezometreler • Reversed pendulum • Jointmetreler • Crackmetreler

Bu donanımların önemli bir bölümü, borulu ve kablolu aletler olarak bilinir. En önemli avantajları, otomatik izleme ve kayıt yapılabilmesi ve bu verilerin belli merkezlerde toplanabilmesidir. Farklı derinliklerdeki yatay konum değişimlerini ölçen *inklinometreler*(*eğim ölçerler*) ile yine farklı derinliklerdeki düşey konum değişimlerini ölçen *settlement tubes* (*oturma kolonları*) ve boşluk suyu basınç değişimlerini ölçen *piezometreler* bu aletlerden bazılarıdır(Şekil 2a,b,c).



a) İnklinometre Donatımı

b) Oturma Kolonu

c) Piezometre

Şekil 2 (a,b,c). Jeodezik Olmayan Bazı Ölçme Donanımları

3. Atatürk Barajı ve Deformasyon İzleme Çalışmaları

Atatürk barajı ülkemizin en büyük barajı olduğu gibi dünyanın da sayılı barajları arasında yer almaktadır. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamında Fırat Nehri üzerinde inşa edilen beş barajdan birisidir(Şekil 3).



Şekil 3. Atatürk Barajının Bir Uydu Görüntüsü ve bir resmi

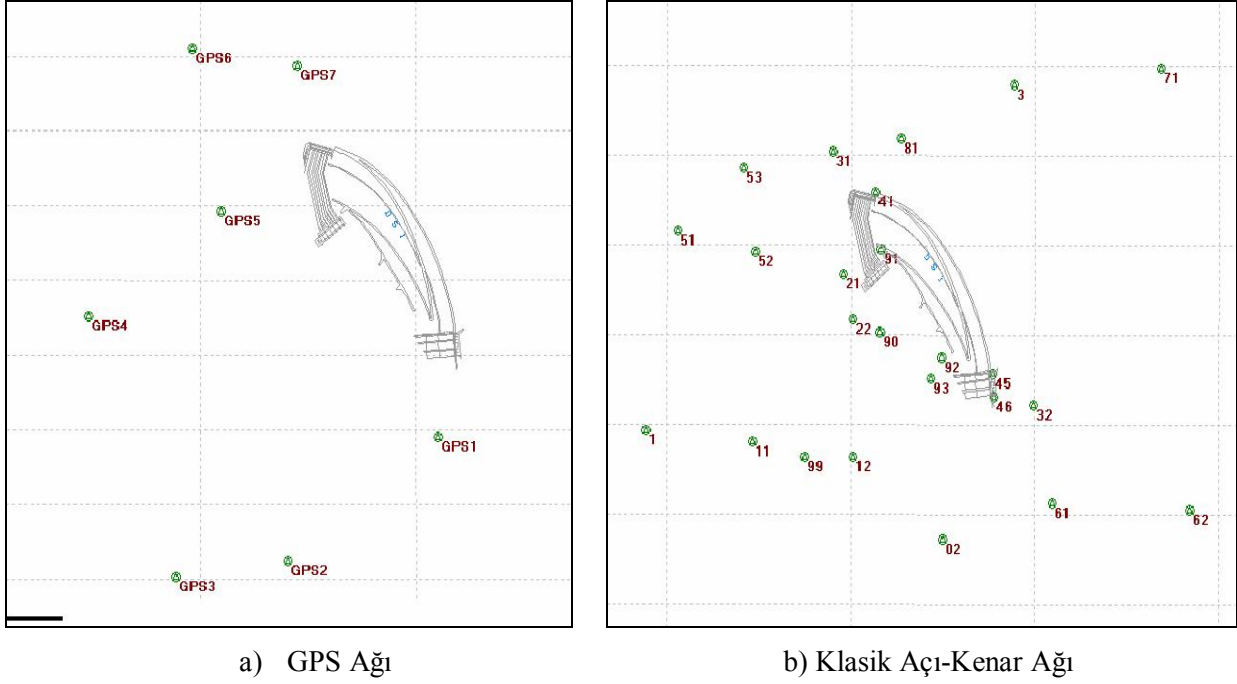
1983 -1992 yılları arasında yapılan baraj, hem sulama, hem içme suyu, hem de enerji amaçlı olarak inşa edilmiştir. Baraj gölünden alınan sulama suyu, Şanlıurfa tünelleri ve pompaj istasyonları ile Harran Ovasına ulaştırılmakta ve yaklaşık 900 000 hektarlık bir alanın sulanması sağlanmaktadır. Ayrıca, Şanlıurfa şehrinin içme ve kullanma suyunun temin edildiği Atatürk Barajı, aynı zamanda Türkiye'nin enerji ihtiyacının da önemli bir bölümünü karşılayan bir Hidro-Elektrik santralini beslemektedir.

Genellikle tüm büyük barajlarda olduğu gibi, Atatürk barajında da zamanla ortaya çıkabilecek değişimleri belirleyebilmek amacıyla Jeodezik ve jeodezik olmayan yöntemlerle deformasyon izleme çalışmaları başlatılmış ve günümüze kadar bu çalışmalar büyük oranda devam ettirilmiştir.

(Kalkan Y., Hatipoğlu, U. 2007).

3.1 Atatürk Barajında Jeodezik Yöntemlerle Deformasyonların İzlenmesi

Baraj ve yakın çevresindeki hareketlerin izlenebilmesi amacıyla, hareket beklenmeyen sağlam zeminli bölgelerde seçilmiş 32 noktalı bir referans ağı ile hareket olabilecek bölgelerde seçilmiş yaklaşık 400 noktalı bir obje ağı (*Deformasyon Ağı*) oluşturulmuştur(Şekil 4 ve 5). Ayrıca, baraj gövdesi üzerinde 36 noktalı ve santral binasında yaklaşık 45 noktalı olmak üzere iki nivelman ağı mevcuttur.

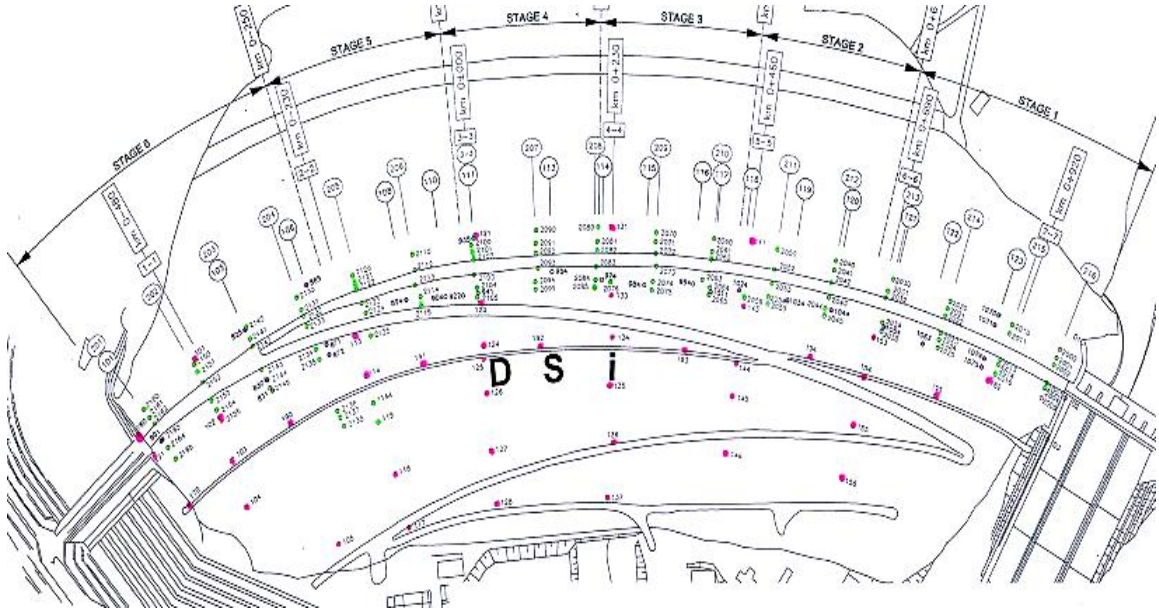


Şekil 4 (a,b). Atatürk Barajı Referans Ağı

Referans ağının 7 noktası sadece GPS ağı olarak diğer 25 noktası ise, klasik açı-kenar gözlemleri yapacak şekilde tasarlanmış olup baraj gövdesini ve yakın çevresini kuşatacak şekilde çevreye dağılmış noktalardan oluşmaktadır(Şekil.4a,b). Bu noktalardan bir bölümü, baraj gövdesi ve çevresinde yer alan deformasyon(obje) noktalarının ölçülmesinde kullanılmaktadır.

3.1.1 Obje Noktalarından Oluşan Deformasyon Ağı

Baraj gövdesi, yan palyeler ve galeriler gibi bölgelerde çeşitli faktörlerin etkisiyle zaman içinde oluşabilecek hareketleri izlemek üzere yaklaşık 400 noktalı bir obje ağı oluşturulmuştur. Bu noktalardan 200 den fazlası baraj gövdesi üzerinde yer almaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Baraj Gövdesi Üzerindeki Deformasyon Noktaları

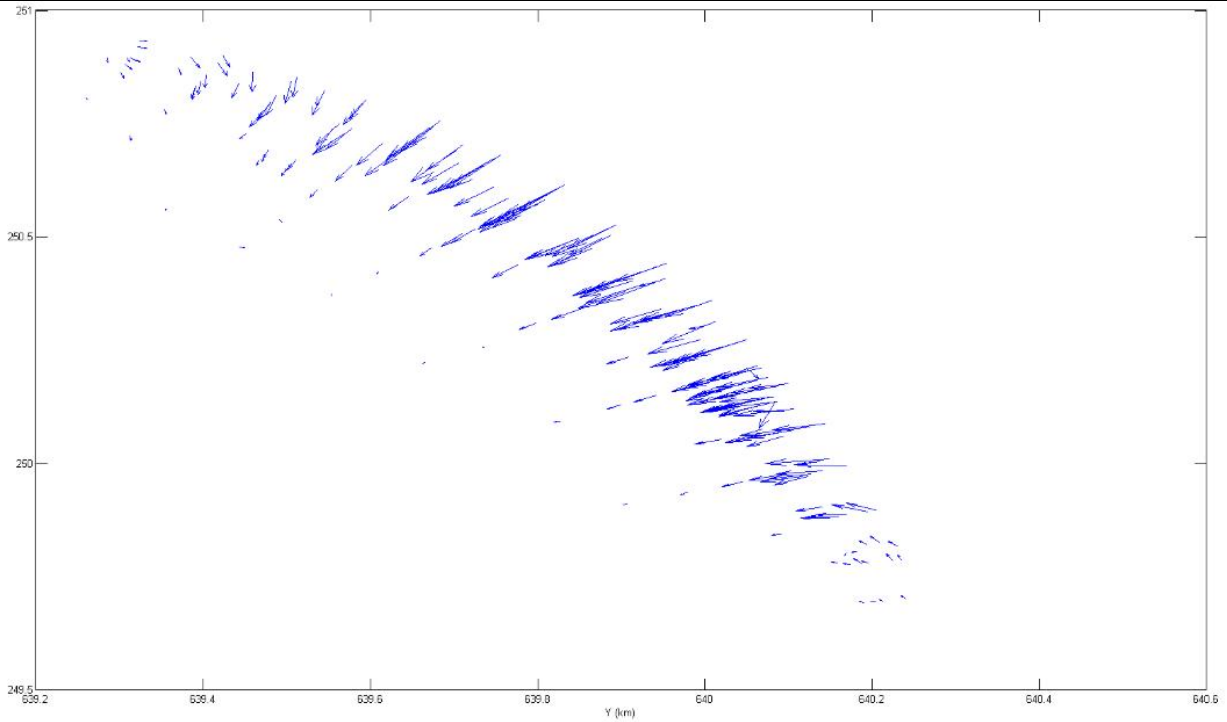
3.1.2 Klasik Açı-Kenar Ağı Ölçmeleri ve Değerlendirmesi

Klasik Nirengi ağı ölçmeleri, hassas yatay-düşey açı ile uzunluk ölçmelerinden oluşmaktadır. Bu çalışmamızda, yaklaşık 25 noktalı klasik nirengi ağı yaklaşık 13 noktada alet kurularak 18 noktada açı-kenar ölçmeleri yapılmıştır. Ayrıca, bu referans ağı ile obje noktalarını birbirine bağlamak için yaklaşık 9 adet nirengi noktasından baraj gövdesi üzerindeki 200 den fazla obje noktasına konum belirlenecek şekilde ölçmeler yapılmıştır. Her periyot ölçülerin değerlendirilip uygun stokastik modelle dengelemesinden sonra, nirengi ağı için bir kaç mm nokta konum doğrulukları elde edilmiştir. Baraj gövdesi üzerinde yer alan obje(deformasyon) noktaları için nokta konum doğrulukları ise, 1 cm'nin altında kalmıştır.

Şu ana kadar tarafımızdan gerçekleştirilmiş olan toplam 11 periyot ölçme sonuçları karşılaştırılmıştır. Çift periyot analizi yapılarak periyotlar arası fark vektörleri ve bunlara ait doğruluk kriterleri hesaplanmıştır. Elde edilen farkların en iyi ihtimalle anlamlı hareket olup olmadığını test etmek için test büyüklüğü olarak $T_i = 2,5 \cdot (2)^{0,5} \cdot (M_{p_i})$ eşitliğinden elde edilen büyüklükler kullanılarak ($dP_i > T_i$ veya $dR_i > T_i$) anlamlı sayılabilecek farklar belirlenmiştir. Kasım 2013 de yapılan 11.Periyot ölçme sonuçlarına göre, obje noktalarının yaklaşık % 80'inde anlamlı radial hareket(baraj kret aksına dik doğrultudaki bileşeni) belirlenmiş olup menbada mansaba doğru olmak üzere 7 yıllık sürede gelişen en büyük radyal hareket 21.1 cm olarak belirlenmiştir. Gövde noktaları için belirlenen bu fark vektörlerinin bir bölümü Tablo 4'de ve tamamı için çizdirilmiş grafikler ise, Şekil 6'da verilmiştir.

Tablo 4. Hesaplanan Fark Vektörleri ve Anlamlılık Testi

Nok. Adı	DY (cm)	DX (cm)	dP (cm)	Mp (cm)	dH (cm)	MdH (cm)	DH (cm)	Açıklık (grad)	dR _i (cm)	T _i (cm)
2082	-17.61	-11.70	21.14	1.45	-24.06	1.28	4.52	395,557	-21.09	5.14
4080	-12.83	-16.75	21.10	0.61	-19.81	0.69	2.43	397.612	-21.08	2.17
4070	-13.95	-15.45	20.82	0.67	-21.39	0.79	2.81	394.755	-20.75	2.36
4050	-17.08	-11.88	20.81	0.80	-22.67	1.05	3.74	394.310	-20.72	2.83
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Şekil 6. Gövde Noktaları İçin Belirlenen İki Yıllık Konum Hareket Vektörleri
(May2006-Kas2013)

4. Sonuçlar

Atatürk Barajı, Ülkemizin en büyük barajı olduğu gibi Dünyanın da sayılı barajları arasında yer almaktadır. Bu tür mühendislik yapılarının kontrol altında tutulması ve zamanla oluşabilecek deformasyonların izlenmesi hayati önem taşımaktadır. Atatürk Barajında bu izleme çalışmalarını yapabilmek için çok önemli ölçme tesisleri yapılmış ve Jeodezik ve jeodezik olmayan bir çok izleme teknikleri ile 1992 den beri baraj ve çevresi sürekli izlenmektedir.

Tarafımızdan ilk ölçmeleri Mayıs 2006'da yapılan klasik ölçme sonuçları ile Kasım 2013 klasik ölçme sonuçları karşılaştırılmış ve 7,5 yıllık sürede obje noktalarının yaklaşık %80'inde anlamlı sayılabilecek radial hareketler meydana geldiği belirlenmiştir. Menbadan mansaba doğru gelişen bu hareketlerin en büyük değeri 21.1 cm'ye ulaşmıştır

Diğer yandan, uydu bazlı konum belirleme yöntemi ile yapılan ölçülerin değerlendirme ve dengelenmesi sonucunda noktaların 3 boyutlu konumları oldukça yüksek doğrulukla belirlenmiştir. Klasik ölçmelerden elde edilen sonuçlarla, GPS ölçmelerinden elde edilen sonuçların birbirleri ile uyumlu olduğu ve oldukça zaman alıcı ve zahmetli çalışmalar gerektiren klasik ölçmeler yerine, hava şartlarından bağımsız, gece ve gündüz ölçme imkanı sunan GPS ölçmelerinin özellikle Referans Ağında rahatlıkla kullanılabilceği görülmüştür. Konum ölçmelerinden elde edilen ± 1 cm'den daha iyi konum doğruluğu ile Atatürk barajı gibi kaya dolgu barajlarda gövde ve yakın çevresindeki deformasyonların izlenmesinde kullanılması oldukça yeterli ve avantajlı olmalıdır. Ancak, yükseklik doğruluğu için şimdilik bunu söylemek zordur.

Teşekkür

Atatürk Barajında Jeodezik Yöntemlerle Deformasyonların İzlenmesi Projesi kapsamında yaklaşık sekiz yıldan beri sürdürmekte olduğumuz çalışmalarda büyük desteğini gördüğümüz başta DSİ yöneticilerine ve baraj çalışanlarına, ayrıca, İTÜ İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümünden çalışmalara katılan ve destek veren tüm meslektaşlarımıza şükranlarımızı sunuyoruz.

Kaynaklar

Akarun, R., (1983). Atatürk Barajı ve Dünyadaki Büyük Barajlar, *Atatürk Barajı Özel Sayısı*, DSİ-Ankara.

DSİ, (2013). Türkiye'deki Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, *DSİ Teknoloji Dairesi Başkanlığı*, Ankara.

ASDSO, (2010). Association of State Dam Officials, Lexington, KY, USA. <http://www.damsafety.org>

Kalkan, Y. ve Alkan, R..M., (2006). Sularla Mühendislik Yapılarında Deformasyon Ölçmeleri, *2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, 23-25 Kasım 2006, İstanbul, s. 64-74.

Kalkan, Y., Baykal, O., Alkan, R. M. and Yanalak, M., (2002). Deformation Monitoring With Geodetic and Geotechnical Methods a Case Study in Ambarlı Region, *International Symposium on Geographic Information Systems*, September, 2002, İstanbul.

Kalkan, Y., Baykal, O., Alkan, R.M., Yanalak, M. ve Erden, T., (2003). Heyelanların Jeodezik ve Geoteknik Yöntemlerle İzlenmesi:Ambarlı Liman Bölgesinde Bir Uygulama, *I. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, 30-31 Ekim 2003, İstanbul.

Kalkan, Y., (2007). Atatürk Barajında Jeodezik Yöntemlerle Deformasyonların İzlenmesi, *Projesi Teknik Raporu*, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara.

Pretorius, C.J, Schmidt, W.F. and Van Staden, C.S. (2001). The Extensive Geodetic System Used for The Monitoring of a 185 Meter high Arch Dam In Southern Africa, *The 10th International Symposium on Deformation Measurements*, 19-22.March.2001 Orange, California, USA.

Roberts, G.W.,X. Meng and Dodson, (2000). Structural Dynamic and deflection monitoring using Integrated GPS and Triaxial accelerometers, *13th Int. Tech. Meeting of Satallite Division of the U.S. Ins. of Navigation GPS ION 2000*, Salt Lake City, Utah, 19-22 Sept.

Svend-Erik, B., (2001). Deformation Measurement on Bridge and Tunnel of the Fixed Link Between Sweden and Denmark, *The 10th International Symposium on Deformation Measurements*, 19-22.March.2001, Orange, California, USA.

Technical Report, (2004). Atatürk Dam and Hydroelectric Power Plant Geodetic Dam Monitoring May 2004. Electrowatt Engineering Ltd., Zurich. Dolsar Engineering Ltd., Ankara.

Usage, (2002). Engineering and Design Structural deformation Surveying (EM 110-2-1009) Department of the Army US Army Corps of Engineers, Washington, DC 20314-1000.

URL 1, Bureau of Reclamation Web Page, What is the biggest dam in the world?, <http://www.usbr.gov/lc/hooverdam/History/essays/biggest.html>, 13 Ağustos 2014.

URL 2, Devlet Su işleri Web Sayfası, <http://www.dsi.gov.tr>, 13 Ağustos 2014.

URL 3, Su Vakfı Web Sayfası, <http://www.suvakfi.gov.tr>, 13 Ağustos 2014.