

IV: BİLİMSEL VE TEKNİK OTURUM

Oturum Başkanı : Ayhan KALYONCU
Oturum II. Başkanı : Sema ÜLTAN
Oturum Yazmanı : Nihat KANDAL

AKYAZI - DOKURCUN VADİSİNDE KURULAN JEODEZİK AĞDA YATAY KABUK HAREKETLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ergün ÖZTÜRK
(KTÜ - Trabzon)
Veysel ATASOY
(KTÜ - Trabzon)
Sebahattin BEKTAŞ
(KTÜ - Trabzon)
Zeki KARAHAN
(MTA Genel Müdürlüğü - Ankara)
Kemal UYSAL
(MTA Bölge Müdürlüğü - Trabzon)

ÖZET:

Aktif deprem bölgelerinde ortaya çıkan, yatay ve düşey yönlerdeki kabuk hareketleri, güncel yerkabuğu hareketleri olarak adlandırılır. Genellikle 1-2 cm/yıl hızındaki

güncel kabuk hareketlerini belirleyebilmek için yüksek duyarlılık jeodezik ölçüler gereklidir. Günümüzde cm. basamağındaki yatay kabuk hareketlerinin araştırılması için yüksek duyarlılık Doğrultu-Kenar Ağları kurulmakta ve bu ağlarda özenle uygulanan özel ölçme yöntemleri ile ± 2 cm'lik konum duyarlılıklarına ulaşılabilmektedir. MTA Jeodezi Grubunun 1976 yılında kurup 1979 yılında genişlettiği Akyazi-Dokurcun Jeodezik Ağında yatay doğrultular karşılıklı olarak 12'şer dizi, düşey açılar karşılıklı 4'er dizi, kenarlar karşılıklı olarak 12'şer kez ölçülmüş ve ağ dengelemesi sonucunda ortalama konum duyarlılığı $m_x, m_y = \pm 2$ cm. olarak elde edilmiştir. Ağda 1976-1986 yılları arasında yapılan 6 periyod ölçülerinin değerlendirilmesi sonucunda noktalarda 1.6-2 cm/yıl hızında anlamlı yatay konum değişiklikleri gözlenmiştir.

1- GİRİŞ:

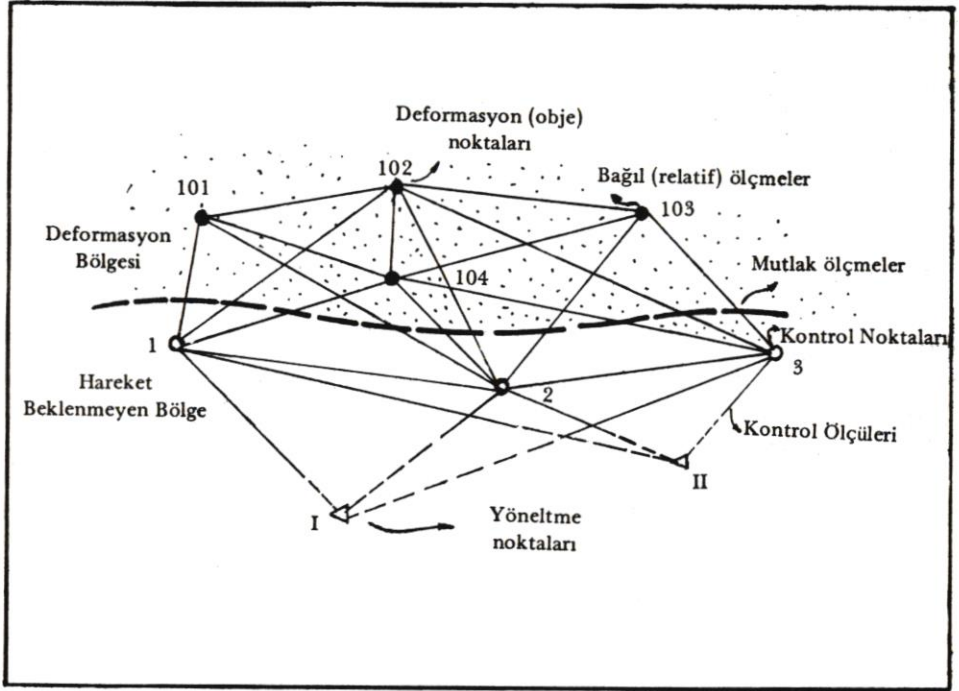
Bazı bölgeler veya büyük yapılar ile bunların yakın çevreleri geçici ya da kalıcı özellikte değişik faktörlerin etkisi altındadırlar. Genelde bu faktörler, zeminin fiziksel özellikleri, yapının kendi ağırlığı, hareketli dış yükler, bölgedeki yer kabuğu hareketleri vb. biçimindedir. Söz konusu etkilerden dolayı bir bölgede, yapıda veya çevrelerinde oluşan şekil değişimlerine genel anlamda deformasyon denilmektedir.

Deformasyonları jeodezik yöntemlerle belirleyebilmek için, bir çevre veya yapı üzerinde seçilen karakteristik noktalar ele alınır. Bu noktaların t_i ve t_{i+1} gibi farklı zamanlardaki konumları belirlenir. Bir P_j noktasının iki ayrı zamandaki konumları $P_j(t_i)$, $P_j(t_{i+1})$ olarak bilinirse, bu iki konum arasında oluşan d_j uzunluk vektörü DEFORMASYON adını alır.

Deformasyonlar, problemin ortaya çıkışına, şekline, kapsamına ve belirlenmesi için kullanılan ölçü yöntemlerinin türüne göre değişik modeller ile incelenirler. Deformasyon vektörlerinin zamandan ve etkiyen kuvvetlerden bağımsız olarak ele alınması ve tüm sistemin (jeodezik ağın) bir kez ölçüsü sırasında noktaların sabit kaldığı varsayılması nedeniyle jeodezik deformasyon ölçülerinde kullanılan modellerin en yalını STATİK modellerdir. Deformasyonların zamanın fonksiyonları olarak ele alınması ile KİNEMATİK modeller, zamanla birlikte fiziksel kuvvetlerin de fonksiyonları olarak değerlendirilmesi ile DİNAMİK modeller elde edilir.

Deformasyon araştırmasında veriler, doğal olarak ölçülerden elde edilmektedir. Bir nesnedeki deformasyonun varlığının belirlenebilmesi için değişik faktörlere ait etkilerin göz önüne alındığı ölçme yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar genelde FİZİKSEL ve JEODEZİK yöntemler olarak adlandırılırlar. Hem yapıda ve hem de çevrede oluşan deformasyonların belirlenmesine olanak sağlaması ve güvenilir olması nedeniyle jeodezik yöntemler yaygın uygulama alanı bulmaktadır. Jeodezik ölçme yöntemleri ölçme zamanına göre SÜREKLİ ve DAĞIRIK ölçü yöntemleri şeklinde ikiye ayrılmaktadır.

Olağan deformasyon beklentisinin yönüne ve klasik konum belirleme problemine bağlı olarak deformasyonlar, yatay ve düşey yönlü olmak üzere ikiye ayrılır. Bunların belirlenmesi için farklı ölçme yöntemleri kullanılır. Diğer taraftan günümüzde, üç boyutlu deformasyonların belirlenmesi için JEODEZİK AĞ YÖNTEMİ veya duyarlılık nirengi ağı yöntemi uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1- Tipik bir jeodezik deformasyon ağı örneği

Deformasyon analizi için en geliştirilmiş yöntemler jeodezik deformasyon ağları ile uygulama alanı bulmaktadır. Söz konusu ağlar, genellikle bölgesel olarak kurulmakta ve ağ noktaları pilye şeklinde inşa edilmektedirler. Bu ağların yapılarında üç değişik nokta grubu bulunmaktadır. DEFORMASYON NOKTALARI, değişim beklenen, değişim göstermesi olası olan bölge veya alanlarda tesis edilirler ve çoğu kez OBJE NOKTALARI olarak da adlandırılırlar. SABİT NOKTALAR, hareket beklentisi bulunmayan, deformasyon alanı dışında tesis edilen noktalardır. REFERANS veya KONTROL NOKTALARI olarak da bilinirler. YÖNELTME NOKTALARI, obje ve kontrol noktalarından oluşan ağın çekirdek kısmının tümünü kontrol etmek amacıyla, bu noktaların dışında sağlam zeminlere tesis edilen noktalardır. Deformasyon ağlarının, duyarlık, güven ve ekonomik olma gibi özellikleri yönünden optimum durumda bulunmaları istenir.

Jeodezik deformasyon ölçülerinin elde edildiği aletlerin çok hassas ve kontrolden geçirilmiş aletler olmaları ve gözlemlerin çok iyi bir duyarlıkla elde edilmiş olmaları gerekmektedir. Ölçme periyotları arasındaki zaman aralığı, deformasyonların hızına, büyüklüğüne ve yapıya etkiyen faktörlerin değişimine bağlı olarak belirlenir. Ağın ilk konumunu belirlemek için yapılan ölçülere REFERANS ÖLÇÜSÜ veya SIFIR ÖLÇÜSÜ denilmektedir. Noktalarla temsil edilen nesnelerde oluşan geçici, kalıcı veya sürekli deformasyonların belirlenebilmesi için, daha sonra değişik zaman aralığında yapılan ölçmelere de 1. ÖLÇME PERİYODU, 2. ÖLÇME PERİYODU veya gözlem yapılan zamanı da belirtmek için, örneğin 1976 YILI ÖLÇÜLERİ, 1979 YILI ÖLÇÜLERİ adı da verilmektedir. Teorik sınıflamada sıfır ölçüsüne t_0 , diğerlerine de $t_1, t_2 \dots$ ölçme periyotları denilmektedir.

Değerlendirmeye alınan ölçü periyotları arasında geçen süre içinde, yorumu yapılan ağdaki nokta sayısında herhangi bir değişiklik varsa I. DERECE MULTİVARYAT yapı, ağın nokta sayısı aynı kalmakla birlikte gözlem planında herhangi bir değişiklik yapılmışsa II. DERECE MULTİVARYAT yapı oluşmaktadır. Eğer ağın nokta sayısı ile gözlem planı tüm periyotlarda aynı kalıyorsa, ele alınan ağ UNİVARYAT özelliklidir, denir.

Jeodezik ağlarda deformasyon araştırmaları, arazide elde edilen ölçüler bir dengeleme işlemi ile değerlendirildikten sonra bulunan konum bilgileri ile yapılır. Jeodezik ağların dengelenmesi ve deformasyon analizinin evreleri uzun hesapları gerektirdiğinden zorunlu olarak bilgisayarlardan yararlanılmakta, programlama tekniğine daha uygun olması nedeniyle de dolaylı ölçüler dengelemesi tercih edilmektedir. Deformasyon analizinde, olabildiğince varsayımlardan sakınmak gerekir. Bu ilkeye uygun olarak ağın datumu üzerinde varsayımlara olanak vermeyen ve ağın iç presizyonunu gerçekçi biçimde yansıtan SERBEST AĞ DENGELMESİ yöntemi kullanılır.

Karşılaştırılacak olan iki periyoda ait yerler birlikte dengeleniyorsa ve bir noktaya ait bir çift dengeli koordinat değeri bulunuyorsa MULTİVARYAT DENGELEME, iki periyodun verileri ayrı ayrı dengeleniyorsa BİVARYAT DENGELEME tanımları kullanılır. Bir ön dengeleme işlemi ile, kurulan matematik modelin gerçeğe uygun olup olmadığı kontrol edilir, modelle uyumsuz olan ölçüler belirlenir ve güven ölçütleri ile model hataları denetlenir. Bu istatistiksel işlemler tamamlandıktan ve uygun bir model oluşturulduktan sonra deformasyon araştırması evrelerine geçilir.

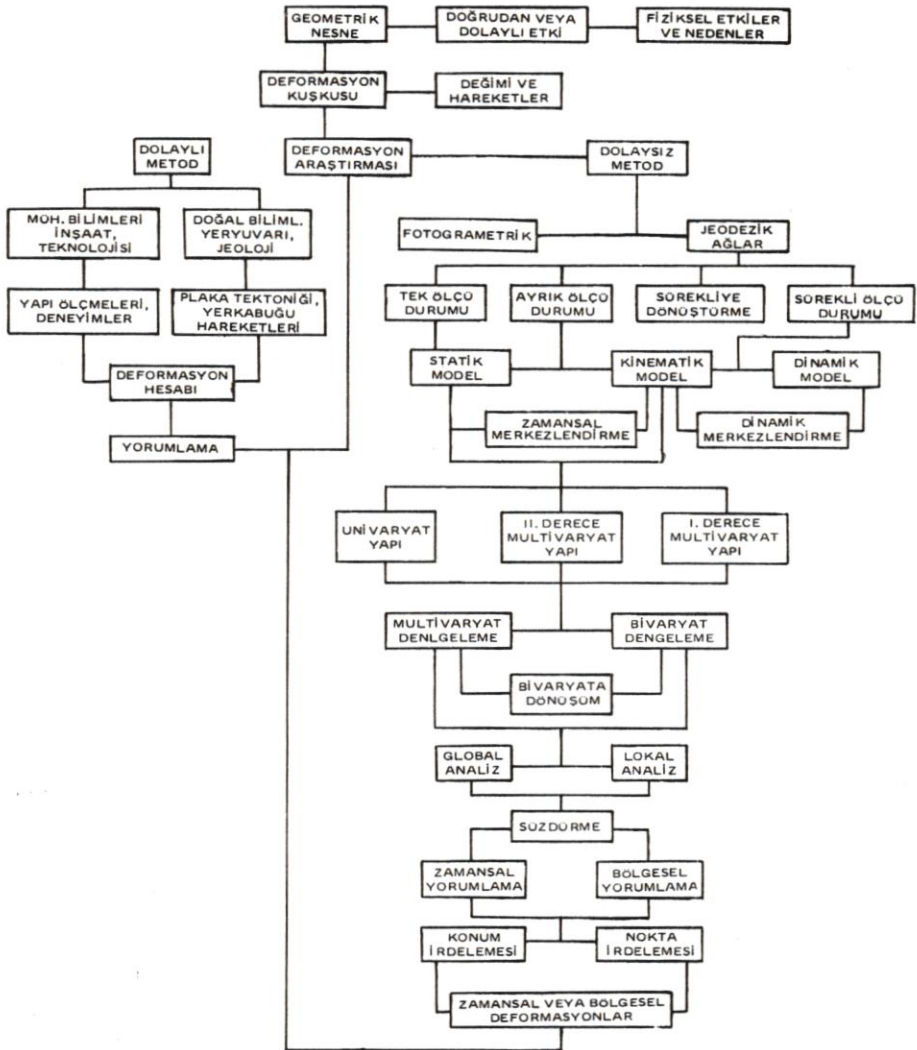
2- DEFORMASYON ANALİZİNDE KULLANILAN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ:

Jeodezik ağlarla yapılan deformasyon analizinde çok sayıda yöntemler kullanılmaktadır. Ancak uygulamalarda Analitik Yöntem ve Tetakare Ölçütü yöntemleri tercih edilmekte ve daha çok kullanım alanı bulmaktadır. Bu yöntemlerle yapılan deformasyon analizinin evreleri aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

2.1- Analitik Yöntemle Deformasyon Analizi:

Bu yöntemle, önce ağın ölçü periyotları arasında geçen zaman içinde konumu değişmeyen noktalar aranır. Sonra bu noktalara dayalı olarak, bu noktaların dışında kalan her nokta için tek tek irdeleme yapılır. Söz konusu noktaların konum değiştirip değiştirmediği istatistiksel yoldan araştırılır.

Jeodezik deformasyon ölçülerinin değerlendirilmesinde serbest ağ dengelemesi kullanılır ve ağın dış parametrelerinin dengeleme sonucunda belirlenmesi nedeniyle de aynı noktalara ait konum bilgileri doğrudan birbirleriyle karşılaştırılmazlar. İrdelenecek olan iki periyoda ilişkin verilerin oluşturduğu ağları birbirine bağlamak için $t_{i+1} - t_i$ zaman aralığında konum değiştirmemiş ortak noktalar aranır. Bu işlem için, t_{i+1} periyoduna ait x_{i+1} koordinatları ile t_i periyoduna ait x_i koordinatları arasındaki datum farklılığını ortadan kaldırmak amacıyla iki koordinat kümesi bir benzerlik dönüşümü ile üst üste çakıştırılırlar. Bu çakıştırma sonucunda oluşan koordinat artık hatalarının, kendi ortalama hatalarına bölünmesi ile elde edilen katsayıların t-student dağılımından alı-



DEFORMASYON ARAŞTIRMASININ GENEL ALGORİTASI

nan değerle karşılaştırması yapılır.

Test büyüklüğü, t-dağılımı tablo değerinden küçük olan her P_j noktasının $t_{i+1} - t_i$ zaman aralığında konum değiştirmedikçe karar verilir. İrdelenecek olan iki periyotta, en az dengelenen ağırlık boyutu kadar (iki ya da üç) konumu değişmemiş noktanın bulunması gereklidir. Bu sayıyı aşan çok sayıda ortak nokta varsa, bu noktaların içinde test sınırına yakın değerler verenler de obje noktası olarak düşünülebilir. Noktalarda bir değişim söz konusu olmasa bile daha sonra tek tek irdeleme sırasında yeniden test edildiklerinden, tekrar hareketsiz nokta olarak elde edilirler.

Karşılaştırılan iki periyotta konumu sabit kalan noktaların belirlenmesinden sonra, iki periyodun toplu olarak dengelenmesi işlemine geçilir. Bu dengelemede obje noktalarına ait ikişer çift, konumu sabit alınan noktalar için birer çift koordinat bilinmeyi seçilir ve hesaplanır. Toplu dengeleme işleminin tamamlanmasından sonra, sabit noktalar dışındaki her noktanın test işlemine geçilir.

Test edilecek P_j noktasına ait d_j fark vektörü ile bu fark vektörüne karşılık gelen ve toplu dengelemenin ters ağırlık matrisinden elde edilen Qd_j ters ağırlık alt matrisi hesaplanır. Testin sıfır hipotezi olarak d_j fark vektörünün ümit değerce sıfıra eşit olduğu varsayılarak

$$Td_j = d_j^T Qd_j^{-1} d_j / (2m_0^2)$$

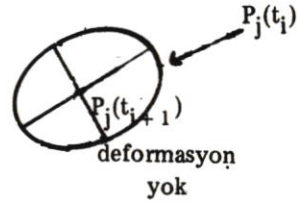
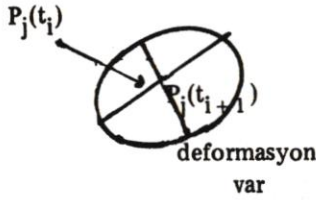
eşitliğinden test büyüklüğü hesaplanır. Testin karşılaştırma kriteri, $1 - \alpha$ istatistik güven, 2, $f = n - u + r$ serbestlik dereceleri ile F-Fisher dağılım çizelgesinden alınır ve bu değer Td_j den büyük olması durumunda sıfır hipotezi geçerlidir. Yani P_j noktasında $t_{i+1} - t_i$ zaman aralığında α yanlış olasılığı ile konum değişikliği yoktur, d_j fark vektörü de kaçınılmaz ölçü hatalarının etkisi ile oluşmuştur, denilir.

Tersi durumda ise, P_j noktasında bir deformasyon oluştuğuna karar verilir. Bu test işlemi tüm obje noktaları için tek tek uygulanır ve elde edilen sonuçlara göre noktalarda anlamlı konum değişikliklerinin olup olmadığı istatistiksel olarak denetlenir.

2.2- Analitik Yöntemin Grafik Yorumu

(Bağıl Güven Elipsleri ile Deformasyon Analizi):

Deformasyon analizinde grafik yorumlama bağıl güven elipsleri ile yapılmaktadır. Analitik yöntemdeki toplu dengeleme işleminin tamamlanmasından sonra, obje noktalarına ait ters ağırlık alt matrisi Qd_j ler yardımıyla ilgili P_j noktasının bağıl güven elipslerinin elemanları hesaplanmaktadır. P_j noktasına ait bağıl güven elipsi bir altılığa ölçekli olarak çizildikten sonra, o noktadaki d_j fark vektörü, bir ucu elipsin merkezinde olacak şekilde aynı ölekte çizilir. Fark vektörünün diğer ucu söz konusu elipsin içinde kalıyorsa P_j noktasında bir deformasyon yoktur, denilir. Tersi durumda ise anlamlı bir deformasyonun varlığından söz edilir, deformasyonun yönü ve büyüklüğü de koordinat farklarından hesaplanır. Bu işlemdeki yanlış olasılığı, bağıl güven elipslerinin yarı eksen uzunluklarının hesabında kullanılan F-dağılım değerinin yanlış olasılığına eşittir ve genellikle % 5 olarak alınmaktadır.



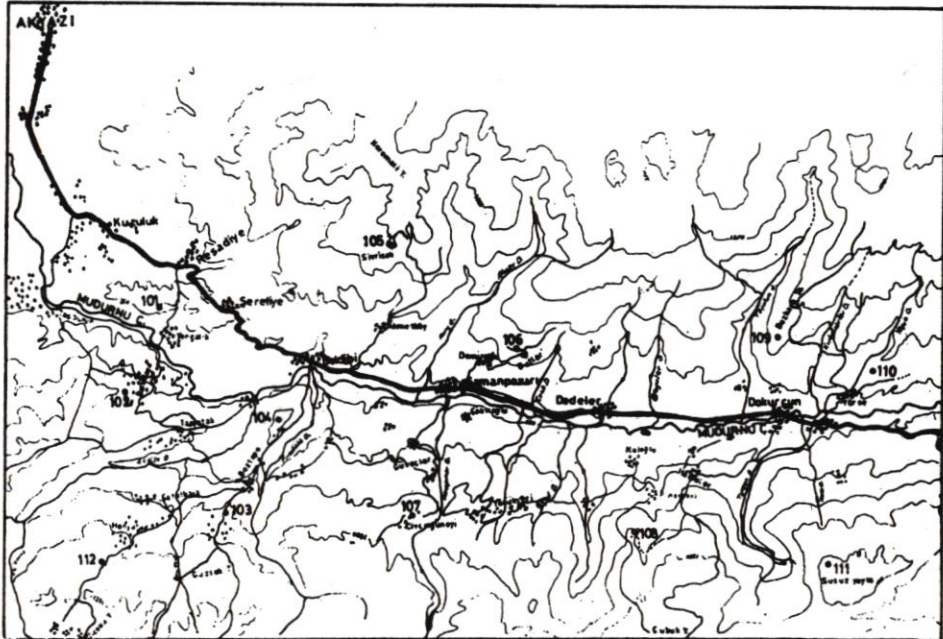
2.3- Teta-kare Ölçütü ile Deformasyon Analizi:

İki periyodun aynı yaklaşık koordinatlarla serbest olarak dengelenmesinden sonra, d fark vektörü ve bu vektöre ait toplam ters ağırlık matrisi Q_d , her iki periyodun ters ağırlık matrisinden hesaplanır. Bu değerlerle bulunacak

$$\theta^2 = d^T Q_d d / h$$

büyüklüğü ortalama fark diye adlandırılır Bu büyüklük, birim ağırlıklı ölçünün karesel ortalama hatasının farklı yolla elde edilmiş bir deneysel değeridir. Buradaki h , d fark vektörünün bağımsız eleman sayısıdır, d vektöründeki eleman sayısından ağırlık dış serbestlik derecesi r 'nin çıkarılması ile hesaplanmaktadır.

Deneysel varyanslar olan θ^2 ve m^2 büyüklüklerinin ümit değerlerinin eşit olduğu biçiminde kurulan sıfır hipotezinin test büyüklüğü, θ^2 değerinin, dengelenen iki periyodun karesel ortalama hatalarının birleştirilmesi ile bulunan m^2 değerine bölünmesi ile bulunur. α yanılma olasılığı, h ve her iki dengelemenin toplam serbestlik dereceleri ile F -dağılımından alınan sınır değer test büyüklüğünden büyük olduğunda, söz konusu d fark vektörü ile irdelenen ağda $t_{i+1} - t_i$ zaman aralığında bir deformasyon oluşmadığına ka-



rar verilir.

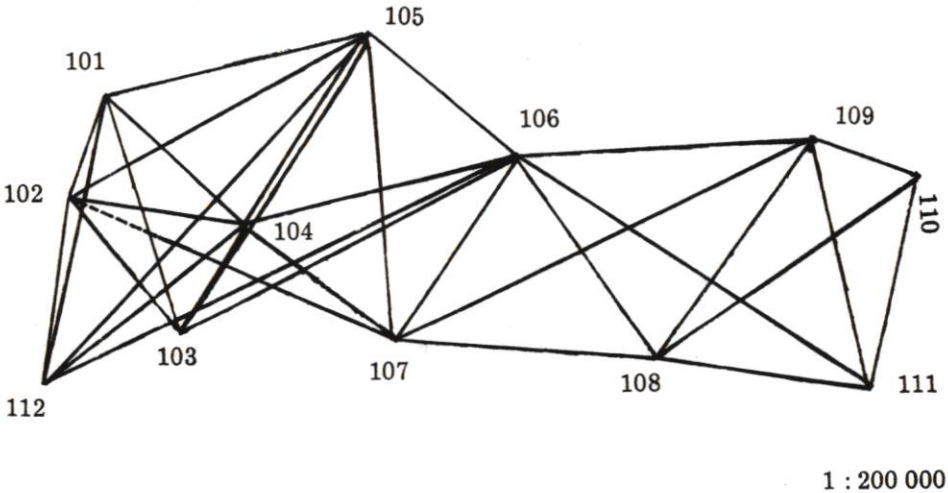
Tersi durumda, ağın herhangi bir yerinde deformasyon söz konusudur ve her bir nokta için

$$\theta_j^2 = d_j^T Q d_j / 2$$

değerleri hesaplanır. En büyük θ_j^2 değerine karşılık gelen noktada deformasyon vardır, denir ve bu nokta ile ilgili bilgiler, fark vektöründen ve toplam ters ağırlık matrisinden çıkarılır. Geri kalan noktalar için yeniden toplu test işlemi yapılarak ağda bir başka deformasyon gösteren nokta olup olmadığı yukarıdaki yolla araştırılır. Bu ardışık işleme, ağda deformasyon göstermeyen noktalara ulaşıncaya kadar veya ağda en az iki nokta kalıncaya kadar devam edilir.

3- AKYAZI-DOKURCUN VADİSİNDE KURULAN JEODEZİK DEFORMASYON AĞI:

Kuzey Anadolu fay kuşağı üzerinde, fayın batı bölgesindeki yerkabuğu hareketlerinin belirlenebilmesi amacı ile MTA Genel Müdürlüğünce, Adapazarı/Akyazı İlçesinin yaklaşık 15 km. kadar güneydoğusunda bir pilot bölge seçilmiştir. Diğer disiplin grupları ile ortak bir çalışma sonucunda, 1976 yılı başlarında ağın 101, 102, 103 ve 104 No'lu noktalarından oluşan ilk bölümü kurulmuş, yine aynı yıl bu bölümün doğrultu gözlemleri yapılmıştır. 1977 yılında mevcut ağ doğu yönünde ve Dokurcun Vadisinin her iki yamacı boyunca 105, 106, 107, 108, 109, 110 ve 111 No'lu noktaları da öncekiler gibi yine pilye olarak inşa edilerek ağ genişletilmiştir. 1979 yılında da 11 noktanın yatay doğrultu gözlemleri ve kenar ölçüleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra sırası ile 1980, 1981



Şekil 4- Akyazı/Adapazarı Dokurcun Vadisindeki jeodezik deformasyon ağının geometrik şekli ve ölçü planı

ve 1982 yıllarında da yalnızca ilk dört noktaya ait gözlemler tekrarlanmıştır. 1984 yılında da hareket beklentisi umulan ve eski ağın güneybatı ucuna 112 No'lu nokta eklenmiş ve aynı yıl 12 noktada gözlemler yapılmıştır. 1986 yılında da yine ağ en son şekli ile yeniden ölçülmüştür.

Yatay doğrultu gözlemleri, tüm periyotlarda WILD T3 teodoliti ile her noktada 12'şer dizi olarak gerçekleştirilmiştir. Bu gözlemlerin istasyon dengelemesi sonucundaki m_0 değerleri maksimum $3''$ dir. Uzunluk ölçüleri 1979, 1981 ve 1984 yılında kısmen gerçekleştirilmiştir. Ancak kullanılan RANGE MASTER II uzaklık ölçer aletinin kalibrasyonunun tam yapılamaması, arazide meteorolojik durumun yeterince belirlenememesi gibi nedenlerden dolayı uzunluk ölçülerinde amaçlanan duyarlılıklara ulaşılamamıştır. Dengelemede genişletilmiş modeller kullanılıp ölçek ve alet-prizma kayıklıkları ile ilgili bilinmeyenler de işleme katılmalarna rağmen elde edilen duyarlılıklar yeterli düzeye ulaşamamıştır. Diğer taraftan, hesaplanan ölçek ve alet-prizma kayıklığı katsayıları da beklenenden çok büyük gelmeleri nedeniyle, uzunluk ölçüleri deformasyon araştırmasında kullanılmamıştır.

Deformasyon araştırmasını, iki boyutlu yerine üç boyutlu gerçekleştirmek amacıyla, son iki periyodun ölçülerine, her bir noktada 4 tam dizi gerçekleştirilen düşey açı gözlemleri de eklenmiştir.

Devam eden ölçü periyotları boyunca ağıdaki nokta sayısı artmış, buna bağlı olarak da ölçü planı değişmiştir. Ancak, sadece doğrultu gözlemlerinin kullanılmasıyla 1976, 1980, 1981 ve 1982 yıllarındaki ilk dört noktadan oluşan dörtgenin ölçü grupları kendi aralarında, 1984 ve 1986 yılı ölçü grupları da kendi aralarında univaryat yapı göstermektedirler. Diğer periyotlardaki ölçüler, verilen bu gruplara dahil edildiklerinde multivaryat yapılar oluşmaktadır.

4- VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE DEFORMASYON ANALİZİ:

Deformasyon analizi evrelerine geçmeden önce her bir periyoda ait veriler, tanı dengelemesi olarak da nitelendirilen bir ön dengeleme işlemine tabi tutularak kurulan matematik modellerin testleri yapılmış, modellerle uyumsuz düşen ölçüler bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Bu işlemlerle ayrıca, deformasyon analizi için karşılaştırılacak periyotlardaki a priori varyanslar da birbirleriyle uyumlu hale getirilmiştir.

<u>Periyotlar</u>	<u>1976</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1982</u>	<u>1984</u>		<u>1986</u>	
Nokta sayısı	4	11	4	4	4	12	4	12
Gözlem sayısı	12	56	12	12	12	71	12	71
A priori (öncül) değeri So (cc)	2,33	4,00	2,61	2,30	2,40	4,00	2,22	4,00
Soncul değeri Mo (cc)	2,33	4,00	2,60	2,30	2,40	4,00	2,12	3,99
Ort. Koord. duy. Mp (cm)	0,53	5,47	1,35	0,46	1,04	4,39	0,75	3,47

Deformasyon analizinde kullanılan ölçü periyotlarının dökümleri, kullanılan nokta ve gözlem sayıları, dengelemeden sonra hesaplanan birim ağırlıklı ölçünün (a posteriori) soncul değeri M_o ve dengeleme işlemi için birer ölçüt sayılan ortalama koordinat duyarlılıkları.

Yukarıda da kısaca açıklandığı gibi uzunluk ölçüleri, kendi içinde olduğu gibi, doğrultu gözlemleri ile de uyumlu olmadıklarından, veri kümeleri içinden çıkarılmışlardır. Tüm periyotlardaki yatay doğrultu gözlemleri içinde, kurulan modelle uyumsuz veya kaba hatalı olarak yorumlanabilecek ölçüye rastlanılmamıştır.

Her bir periyoda ait gözlem kümeleri ile ilgili ön işlemler tamamlandıktan sonra, deformasyon analizi evrelerine geçilmiştir. Karşılaştırma periyotları için ağı 4 nokta şeklinde ölçülen bölümünün değerlendirmesine uygun olarak 1976-1980, 1976-1982, 1976-1984 ve 1976-1986 karşılaştırma periyotları seçilmiştir. Yine ağı 11 noktalı şekli ile 1979-1984, 1979-1986 periyotları ve 12 noktalı şekli ile de 1984-1986 periyotları deformasyon araştırması için belirlenmiştir.

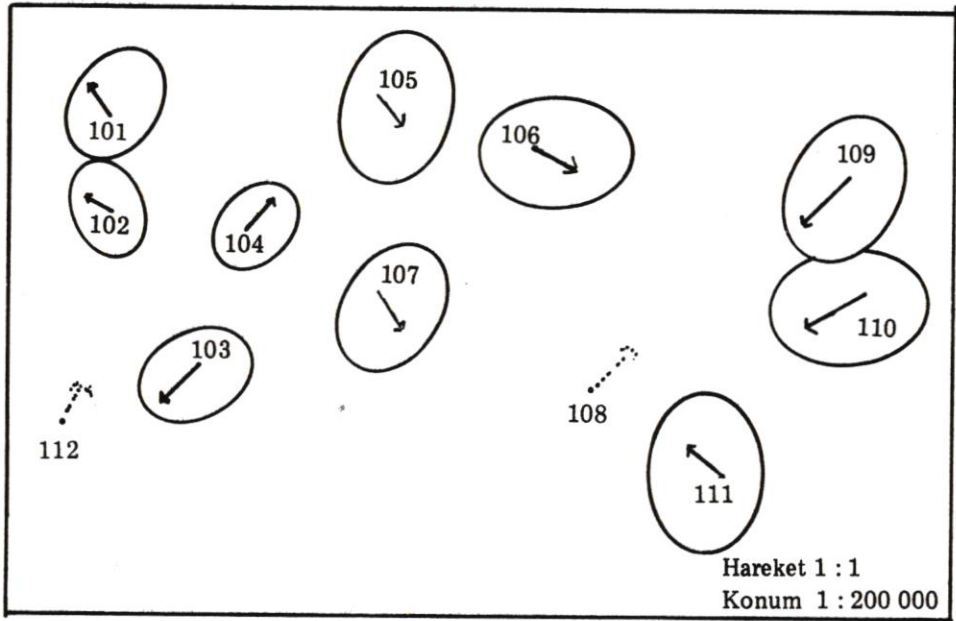
Sayılan bu periyotlarla analitik yöntem ve bu yöntemin grafik yorumu olan bağıl güven elipsleri yöntemi ile teta-kare ölçütü kullanılarak deformasyon analizi yapılmıştır. Söz konusu bu işlemler 2. bölümde anlatıldığı şekilde, Fortran-77 dilinde yazılmış bilgisayar programıyla gerçekleştirilmiştir. Her bir karşılaştırma periyoduna ve kullanılan analiz yöntemine ilişkin işlemlerin evreleri ve ara sonuçlarının burada verilmesi hacim yönünden olanaksızdır. Ele alınan periyot ve denenen yöntemlerde hareket belirlenen noktalar ekli tablolar halinde özetlenmiştir.

Karşılaştırma Periyotları	Deformasyon Belirlenen Noktalar					
1976 - 1982	103					"
1976 - 1984	104					"
1976 - 1986	104					"
1979 - 1984						110
1979 - 1986	103	105	106	107	109	110
1984 - 1986				107		

Analitik Yöntemle yapılan irdeleme sonucunda deformasyon belirlenen noktaların periyotlara göre dökümü

Karşılaştırma Periyotları	Deformasyon Belirlenen Noktalar					
1976 - 1980	101	103				(İlk dört nokta ile)
1976 - 1982		103				"
1976 - 1984	(Tüm noktalar eşdeğer)					"
1976 - 1986		104				"
1979 - 1984						110
1979 - 1986		104	105	107	110	111
1984 - 1986				107	110	

Teta-kare Ölçütü ile yapılan karşılaştırma sonucunda deformasyon belirlenen noktalar



Şekil 5- Jeodezik ölçülerin değerlendirilmesi sonucunda noktalarda belirlenen hareketler ve yönleri

5- SONUÇLARIN YORUMLANMASI:

Gerek analitik yöntemle ve gerekse teta-kare ölçütünde elde edilen bilgiler yorumlandığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Jeodezik açıdan yapılan değerlendirme sonucunda hareket belirlenen noktalar ve noktalardaki olası hareket yönleri Şekil 5'te özetlenmiştir. Bu şekle göre 103, 104, 107, 109 ve 110 No'lu noktalarda anlamlı değişimler gözlenmiştir. Söz konusu bu değişimler, burada verilmeyen diğer periyotlarla yapılan incelemelerde de ortaya çıkmaktadır. Bu noktalardaki hareket yönleri ve büyüklükleri cm/yıl birimi ile Şekil 5'te gösterilmektedir. Diğer noktalar olan 101, 102, 105, 106 ve 111 konusunda kesin bir yorumlama yapabilmek için bu aşamada mümkün görülmemektedir. Sonraki yıllarda yapılacak gözlemlerin değerlendirilmesi sonucunda daha doğru bir yorumlama yapılabilecektir. Şimdiye kadar iki kez ölçülen 112 No'lu nokta ile, üç kez ölçülen 108 No'lu noktada bir hareket belirlenememektedir. Bu noktalara ait şekilde verilen kesikli çizgiler, ölçü duyarlılıklarının etkisi ile oluşan fark vektörleridir.

Bölgesel olarak kurulan ve oldukça yüksek bir duyarlılıkla ölçülen jeodezik ağlarda ± 1 cm. büyüklüğünde ortalama konum hataları elde edilebilmekte, bu orandan daha büyük konum değişimlerinin belirlenebilmesi mümkün olmaktadır. Aktif deprem bölgesi ve fay kuşağı üzerinde bulunan ülkemizde, mühendislik yapılarının (baraj, köprü vb.) kontrolü, fay haritalarının kesin bir biçimde oluşturulması, deprem araştırma projelerine altlık sağlanması amacıyla, jeodezik deformasyon ölçü ve analizlerinin sürekli olarak yapılması, sonradan ortaya çıkabilecek hasarların azaltılması için önlem alabilme açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, A. (1983), Measurement and Computation in Micro Geodetic Net Established on the North Anatolian Fault Zone for the Purpose of Earthquake Prediction Research in Turkey, IUGG Symposium, Hamburg 1983.
- Atasoy, V. (1984), Jeodezik Deformasyon Ölçülerinin İrdelenmesi, K.Ü. Yüksek Lisans Tezi, Trabzon 1984. (yayınlanmadı)
- Atasoy, V. - Öztürk, E. (1984), Jeodezik Deformasyon Ölçmeleri ve Sonuçlarının Yorumu, Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi, Sayı 50 - 51, Ankara 1984.
- Ayan, T. (1983), Deformasyonların Saptanmasında Kontrol Ağının İkiye Ayrılması Yöntemi, Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi Sayı 45-46-47, Ankara 1983.