

GEODEZİDE OTOMASYON

Prof. Dr. Tahsin TOKMANOĞLU 1

Kı s a Ö z e t

Bütün bilim dallarına giren ve büyük değişmelere sebep olan Bilgi Sayar Tekniği, Geodezi'gede girmekte ve büyük değişmelere neden olmaktadır. Evvelce, logaritme veya Trigonometri cetvellerinden yararlanılarak ve uzun süre çalışılarak yapılan koordinat ve dengeleme hesapları, önce hesap makineleri sayesinde süratli şekilde yapılmaya başlandı, daha sonra devreye giren Bilgi Sayarlar sayesinde de bu hesaplar çok süratlendi.

Son yıllarda, Teknik alanda yararlı olmaya başhyan ve büyük değişikliklere sebep olan ikinci bir etken daha ortaya çıkmıştır. Bu da Laser ışınlarıdır. Çok çeşitli tipleri bulunan Laser ışınları yardımıle uzaklıklar çok duyarlı ve süratli şekilde ölçülebilmektedir. Klasik teodolitlerin üzerine yerleştirilen, teodolit büyüklüğündeki bir alet yardımıle Laser ışını üretilmekte ve istenilen uzaklıklar 1 cm. duyarlılıkla ölçülebilmektedir. Mira ile yapılan uzaklık ölçmesinde 1 dm. duyarlılık sağlanamazken ve 250 m. den daha büyük uzaklıklar ölçülemezken, Laser ışını sayesinde 3 - 5 Km. hatta bazen çok daha fazla uzaklıklar çok duyarlı şekilde ölçülebilmektedir.

Sisli havalarda veya sık ormanlarda, geodezi ölçüleri yapılırken, mirayı görebilmek için sisin kalkmasını beklemek ve çok miktarda dal ve yaprak kesmek zorunluğu vardır. Laser ışını bu güçlüğüde ortadan kaldırmaktadır. Mira yerine kullanılan bir yansıtıcı ve Laser ışını sayesinde, görünmeyen hedefler gözlenebilmekte uzaklıklar ve açılar ölçülebilmektedir. Böylelikle sık ormanlarda ve sisli havalarda, geodezi çalışmaları çok kolaylaşmaktadır.

GİRİŞ

Son yıllardaki teknik gelişmeler, geodezi bilimine de büyük çapta faydalar sağlamış ve bu bilim dalının büyük atılımlar yapmasına neden olmuştur. Örneğin Bilgisayar, hemen her bilim dalına girmiş ve büyük değişikliklere sebep olmuştur. Bir çok bilim adamı, önümüzdeki yıllara «Bilgisayar Çağı» demekte ve bu çağa ayak uyduramayacak ulusların, yer yüzünden silineceğini bildirmektedirler.

1 I.U.O.F. Geodezi ve Fotogrametri Bilim Dalı Öğretim Üyesi.

Geodezi bilimi, bilgisayardan geniş çapta etkilendiği gibi, uzaklıkların elektronik yöntemlerle çok duyarlı şekilde ölçülmeye başlanmasından ve yapma uyduların geodezi problemlerinin çözümüne sağladığı büyük olanaklardan da yararlanmakta ve etkilenmektedir. Özet olarak denilebilir ki; **geodezi bilimi büyük bir dönemece gelmiştir ve bu dönemece dönmektedir.** Bu sözü söylerken, fotogrametrisinin sağlamış olduğu bilgilerin artık klasikleşmiş bilgiler olduğu kabul edilmektedir. Sağlanan büyük gelişmeler sayesinde, geodezi çalışmaları, büyük ölçüde kaliteli, hızlı ve ekonomik üretim olanaklarına kavuşmuştur. Bu olanaklardan yeterince yararlanabilmek için, gerekli teorik bilgileri, kusursuz bir şekilde kavramak şarttır.

Geodezi eski Mısır ve Mezopotamya medeniyetlerinden beri, kamu ve özel karakterli istekleri dengeli bir şekilde dikkate alarak arazilerin bu isteklere göre bölünmesi anlamına gelmektedir. Planlanan arazi kullanma ve yerleşme biçimlerinde, insanların zamanla değişen gereksinme biçimlerine uyum sağlamak için, yenilikler, reformlar, korumalar ve onarımlarda, alanların hazırlanmasındaki değişiklikler dikkate alınarak, alan planlamasıdır. Geodezi, geometrinin ilersinde, kırsal alanların ve yerleşim alanlarının düzenlenmesinde de önemli görevler yüklenmiştir.

Geodezinin yüklendiği görevler bu kadarlada kalmamakta, insanların çevrelerini tanımları, istek ve gereksinmelerine uygun olarak şekillendirmeleri, toprak, insan ilişkilerinde toplumsal bir düzen kurmaları konularında da yardımcı olmaktadır. Geodezi biliminin amaçladığı bu fonksiyonların yerine getirilebilmesi için, insanların evvela çevrelerini ve üzerinde yaşadıkları dünyayı, bütün özellikleriyle tanımları ve boyutlarını hatasız bir şekilde ölçmeleri gereklidir. Çevreyi tanıma insanlarda bir iç güdü halinde, ilk devirlerdenberi bulunmaktadır.

Görülen çevreden ayrı olarak, bir de hayallerde oluşturulan çevre vardır. Bu çevre, üzerinde yaşadığımız dünyanın şeklidir. Dünyanın şekli ile ilgili olarak geliştirilen düşünceler çok eski medeniyetlere kadar uzanmaktadır.

İnsanların doğaya egemen olma amacile ilk yaptıkları çalışmalar, yol ve köprü gibi sanat yapıları yapma, yerleşim alanlarına su getirme ve tarım alanlarını sulamadır. Bu çalışmalarda, arazi ölçme ve hazırlanan projeleri applike etme işleri yapılmıştır, bunlar tamamile geodezi yöntemleridir.

Temel bilimlerdeki teorik gelişmeler ve bu gelişmelerin uygulamaya aktarılması sonucu ortaya çıkan alet ve gereçler, geodezi problemlerinin kavranmasını ve çözümünü daima önemli derecede etkilemiştir. Geodezideki gelişmeleri, genel bilimdeki ve teknikteki gelişmelerden soyutlamaya olanak yoktur.

Yıldızları ve uzaydaki noktaları gözlemeye yarayan dürbünü ilk defa GALILE yapmıştır (1610). Kısa bir süre sonrada bu dürbün açılı ölçmelerine uygun hale getirilmiş ve böylelikle ilk teodolitler yapılmıştır. 1615 yılında da ilk nirengi zinciri kurulmuş ve ölçülmüştür. Bu örnekte Geodezinin diğer bilimlerle ne kadar yakın ilişkide bulunduğunu göstermektedir.

Nirengi hesaplarının, «En Küçük Kareler Kanunu» uygulanarak yapılması zorunludur. Bu hesaplar, hesap makineleri kullanılarak dahi çok uzun zamanda yapılmaktaydı. Örneğin; Saksonya'da kurulan nirengi ağının hesabı 6 yılda bitirilebilmiştir. Bugünkü bilgisayarlar, bu hesapların süresini binde birden daha kısa bir

zamana indirmiştir. Bilgisayarlar nirengi hesaplarına büyük kolaylıklar getirmiştir. Matematik bilimindeki gelişmelerde nirengi hesaplarına girmiş ve büyük kolaylıklar sağlamıştır. Örneğin Matris hesapları, son yıllarda geliştirilen ve Geodezide geniş çapta uygulanan hesapların başında gelmektedir. Aynı şekilde, matematik istatistikteki büyük gelişmelerde Geodeziye girmiş ve büyük çapta etkili olmuştur. Örneğin ölçüler kümesinden, sonucu olumsuz şekilde etkileyen ölçülerin seçilmesi ve ayıklanması, çok önemlidir ve matematik istatistik sayesinde yapılmaktadır.

Başlangıçta Bilgisayarlar, geniş kapsamlı ve hızlı hesap yapan aletler olarak düşünülmüştür. Fakat zamanla bunların bilgi bankaları, bilgi sistemleri ve İnteraktif sistemler olarak kullanılabilceği anlaşılmış ve yaygınlaştırılmıştır. İnteraktif sistem sayesinde harita çizimleri otomatik bir şekilde yapılmaktadır.

Elektronik uzaklık ölçerler, Nirengi ağı kavramını önemli ölçüde değiştirmiştir. Evvelce nirengi üçgenlerinde açılar ölçülür kenarlar hesaplanırdı. Elektronik Uzaklık Ölçerler uygulama alanına çıktıktan sonra, kenarlar ölçülüp açılar hesaplanmaya başlandı. Daha sonra nirengi ağındaki bütün açıları ve kenarları ölçerek hepsini birden dengelemeye sokma yoluna gidildi, böylelikle çok daha duyarlı ağlar elde edildi.

Geodezi ölçmeleri yapmak amacile, özel uydular yapılmış ve atılarak dünya çevresindeki yörüngelere yerleştirilmiştir. Bu uydular yardımıyla yapılan ölçmelere «Uydu Geodezisi» denilmektedir. Başlangıçta Uydu Geodezisi yardımıyla, sadece dünyanın şekline ait, gerçeğe daha uygun bilgilerin elde edileceği düşünülüyordu. Daha sonraları bu bilgilerin, pratik gereksinmelere de yararlı olduğu görülmüş ve yararlanma yoluna gidilmiştir. Bu olanaklardan yararlanılarak, önce dünyamızdaki ana karaları (Kıtaları) kaplıyan bir uydu ağı kurulmuş ve bu ağıdaki kenar uzunlukları, Laser - Elektronik uzaklık ölçerlerle bulunmuştur. Navigasyon problemleri bu yöntemlerle çözülmekte ve henüz hiç bir nirengi ağı bulunmayan bölgelerde geodezik çalışmalara dayanak olacak üst basamakta noktaların koordinatları saptanabilmektedir. Nokta sıklaştırması için, noktalar arasındaki uzaklıklar veya koordinatlarına dönüştürülerek, ülke temel ağı sisteminde ölçü olarak, dengelemeye sokulmaktadır. Dünya çevresinde dönmekte olan Geodezi uyduları sayısının 1986 yılında atılacaklarla birlikte, 18 olacağı bildirilmektedir.

Yakın zamana kadar ulaşılmasına olanak bulunmayan derecede duyarlılık isteyen sorunlar, bu gün kolaylıkla çözülebilmektedir. Örneğin, yer kabuğu hareketlerinin saptanması, yer yuvarı plaka hareketlerinin saptanması, çökme ve yükselmeler, ortalama deniz yüzeyi yüksekliğinin belirlenmesi, ısı değişimi ve diğer fiziksel kuvvetler sonucu noktalar arasındaki uzaklıkların değişmesi, bu tür problemlerdir. Bunlara ilave olarak deniz tabanının belirlenmesi de, bugünkü olanaklar sayesinde yapılabilmektedir. «Deniz Geodezisi» kavramı yeni bir terim olarak bilim terminalojisine girmiştir.

Geodezi bilimine giren yeni olanaklar, Geodezinin genel kurallarının değişmeye yöneldiğinin rahatlıkla söylenebileceği boyutlara ulaşmıştır. Aşağıda Geodezi bilimine giren ve büyük değişmelere sebep olan yeni alet ve kuralların önemlileri özetler halinde açıklanmaya çalışılmıştır.

ELEKTROMAGNETİK UZAKLIK ÖLÇERLER VE KALİBRASYONU

Son 30 yıl içerisinde uygulama alanına çıkan Elektromagnetik Uzaklık ölçerler, geodezi çalışmalarına büyük değişiklikler getirmişlerdir. Geodezi alanında yakın zamana kadar sağlanan gelişmeler, genellikle açıların daha duyarlı ölçülmesine yönelik olmuştur. Açılar bir saniye, hatta daha incelikle ölçülebildiği halde, uzaklık ölçmenin duyarlılığı, miraların sağladığı olanaklarla sınırlı kalmıştır. Miranın düşey tutulup tutulmaması, konulduğu noktanın alet kurulan noktadan az veya çok farklı yükseklikte olması, ölçülen uzaklığı etkilemektedir.

Mira ile uzaklık ölçmede kullanılan $L=N \cos^2 \alpha$ formülü kesin bir formül değildir, yaklaşık değer veren bir formüldür. Bu formül çıkartılırken, tam anlamile dik olmayan 2 açı dik kabul edilmektedir, böylelikle bir hatanın var olması, işin başlangıcında kabul edilmektedir. Başka yöntem bulunamadığı için, bu hataya katlanılmaktadır. Kullanılan miralarda küresel düzecen bulunması ve bu düzecen doğrultman düzleminin mira eksenine dik olması, miranın düşey tutulmasını sağlamaktadır. Mira düşey tutulmazsa, ölçülen uzaklığın hatası büyümektedir. Düşey tutulan miralarla yapılan uzaklık ölçülerinde dahi 100 m. uzaklıkta $\pm 0,12 - 0,20$ m. orta hatanın var olduğu teorik olarak saptanmıştır. Maksimum hata bunun 3 katına çıkmaktadır. Aşağıdaki çizelgelerden birincisi büyütme gücü $G=10$ olan bir teodolit dürbünü ile 100 m uzaklığa ait ölçülerin orta hatalarını göstermektedir. Sütunların başındaki α değerleri dürbünün (optik eksenin) yatayla yaptığı yükseklik açıları, birinci sütundaki i açıları da miranın düşey yaptığı açıyı göstermektedir. Açılar grad cinsindedir. Küresel düzeye silindirik düzeye kadar duyarlı olmadığından, hiç bir zaman miranın tam anlamile düşey olmasını sağlayamaz küresel düzeye ortalandığı zaman mira düşey ile 0,06 gradlık açı yapıyor olabilir. Bu nedenle çizelgenin birinci satırındaki değerler, miranın düşey tutulması haline ait değerler olarak kabul edilebilir. İkinci çizelge büyütme veya yaklaştırma gücü $G=16$ olan teodolit dürbününe aittir. Her iki çizelgede $\alpha=50$ grad, $i=2,58$ grad olması halinde ortahatanın $\pm 4,08$ m olduğu görülmektedir. Engeli orman arazilerinde ölçülen uzaklıkların 100 m. den çok, arazi eğiminde $\alpha=50$ graddan daha büyük olduğu çok görülmektedir. Bu nedenle orman tahdit sınırlarının ± 4 m. nin 3 katından, yani ± 12 m. den çok daha büyük hatalarla yüklü olduğu kolaylıkla söylenebilir. Kenarlar üzerinde ara noktalar alınarak uzaklık hatası küçültülebilir fakat; hiç bir zaman, sınır anlaşmazlıklarının çözümlenebilmesi için gerekli düzeye çıkmaz. A ve B noktaları arasındaki uzaklık 2 uçtan ölçüldükten sonra birde P ara noktası yardımı ile ölçülürse ortalama şu formül yardımı ile alınır

$$\overline{AB} = \frac{AB + BA + 2(AP + BP)}{4}$$

iki tane ara nokta alınırsa formül

$$\overline{AB} = \frac{AB + BA + 2(AP + BP) + 2(AR + BR)}{6}$$

şekline dönüşür.

Büyütme gücü $G=10$ olan bir teodolit dürbünü ile ölçülen 100 m. uzaklığa ait orta hataları gösterir çizelge.

α grad	0	5	10	20	30	40	50
i grad							
0,06	cm 20	cm 20	cm 20	cm 20	cm 20	cm 21	cm 22
0,16	20	20	20	21	24	27	32
0,32	20	20	22	26	33	42	54
0,64	20	22	27	40	57	78	104
1,27	20	28	41	72	108	147	205
2,58	21	45	74	140	213	299	408

Büyütme gücü $G=16$ olan bir teodolit dürbünü ile ölçülen 100 m. uzaklığa ait orta hataları gösterir çizelge.

α grad	0	5	10	20	30	40	50
i grad							
0,06	cm 12	cm 12	cm 12	cm 13	cm 13	cm 14	cm 16
0,16	12	12	13	15	18	22	28
0,32	12	13	15	21	29	39	53
0,64	12	16	22	37	54	75	103
1,27	13	24	38	70	107	149	204
2,58	15	42	72	138	212	299	408

Ülkemizde yapılan Orman Tahdit ve Kadastro çalışmalarında, kenar uzunluklarının ara nokta yardımıyla ölçüldüğünü hiç görmedik.

Uzakhlıkları daha duyarlı ölçbilmek için Diyastimometrelerden veya İnvar latalarından yararlanılmaktadır. Diyastimometre tepe açısı çok küçük bir prizmadan ibarettir, teodolit dürbününün objektifine takılmakta ve optik eksenin mira üzerinde gösterdiği noktanın yer değiştirmesine sebep olmaktadır. Bu yer değiştirmenin büyüklüğünden yararlanılarak, teodolitle mira arasındaki uzaklık, doğrudan doğruya mira okumaya kıyasla biraz daha duyarlı şekilde bulunabilmektedir. Burada mira düşey tutulabileceği gibi yatayda tutulabilir.

İnvar latası tam olarak 2 m. boyunda bir latadır. Ölçülecek uzaklığın bir ucuna bu lata, yatay ve optik eksene dik olarak tutulur. Diğer uca da teodolit kurularak latanın 2 ucu gözlenir ve yatay açı ölçülür. Bulunan açının yarısının kotengenti aranan uzaklığı verir. Açı ne kadar duyarlı ölçülürse uzaklıkta o kadar duyarlı bulunur.

Uzaklık ölçmede kullanılan bu alet ve yöntemler, sınır anlaşmazlıklarını, gidermek için yeterli duyarlılığı sağlamamışlardır. Sınır anlaşmazlıklarını gidermek için, eski değerlerin araziye aplik edilmesi gerekmektedir. İlk ölçüdeki hataya birde aplikasyonun hatası ilâve olmaktadır. İlk ölçünün orta hatası d_1 ile, aplikasyonun orta hatası d_2 ile gösterilirse, bulunacak yeni sınırın orta hatası d değeri

$$d = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$$

olur. Çok zaman bu kadar hataya vatandaşlar razı olmamaktadır, gerçek sınır da bulunamadığından olaylar büyümektedir.

Geodezi biliminin önemli amaçlarından biri, vatandaşlar arasındaki sınır anlaşmazlıklarını önlemek olduğundan, uzaklıkları çok duyarlı şekilde ölçebilen alet ve yöntemler uzun yıllardanberi aranmaktaydı. Özellikle nirengi noktaları arasındaki uzaklıkların doğrudan doğruya ölçülmesine büyük gereksinimler duyuluyordu. Nirengi kenarlarının en küçüğü 1 Km. den daha büyük olduğundan, mira ile asla ölçülemiyordu. Mira ile teorik olarak 400 m. ye kadar ölçü yapılabilmesi gerekiyordu, pratikte 250 m. den daha fazlası yapılamamaktadır. Baz büyütmelerinde de, bazdaki hata, bir kaç katı ile büyüyerek nirengi kenarlarına geçmektedir. Bu nedenle nirengi kenarlarını da duyarlı bir şekilde ölçebilen alet ve yöntemlere çok büyük gereksinimler duyuluyordu. Son 30 yıl içerisinde geliştirilen elektronik uzaklık ölçerler, bütün bu gereksinimleri tam olarak karşıladılar. Bugün artık nirengi ağlarında açılar kadar, kenar ölçüsünde yapılmakta ve hepsi birden dengelemeye sokulmaktadır. Evvelce yapılmış nirengilerin kenarları, elektronik uzaklık ölçerlerle ölçülerek kontroller yapılmaktadır.

Elektronik uzaklık ölçerler sayesinde, ormancılıkta büyük kolaylıklar sağlıyan yeni bir poligon şekli çıkmıştır. Açık arazilerin haritaları yapılırken önce I ve II derece nirengi zincirleri kurularak daha sonra, bunların araları III ve IV derece nirengi noktalarla doldurulur. Küçük parsellerin bulunduğu yerlerde veya, büyük ölçekli haritaların yapılması istenilen her yerde, nirengi ağı daha da sıklaştırılır. Buna nirengi sıklaştırması veya Teksif nirengisi denilmektedir.

Ülkemizde 1/25 000 ölçekli bir paftanın kapladığı alan yaklaşık olarak 15 000 hek. dir ve içersinde çeşitli derecelerde 30 tane nirengi noktası bulunur. Bu arazinin 1/5 000 ölçekli haritaları yapılmak istendiği zaman, kenarlar 5'e bölünerek pafta adedi 25'e çıkarılmakta, nirengi noktası sayısı da çoğaltılarak 80'e tamamlanmaktadır. Fotoğraflarda görülemiyen sınırların ölçüsünde, bu noktalara dayanılarak yapılmaktadır. 1/5 000 ölçekli bir paftanın alanı 600 m² dir. içersinde ortalama $80/25=3,2$ tane nirengi noktası bulunmaktadır.

Ormanlık arazide, nirengi sıklaştırması yapılamamaktadır veya çok güçlkle yapılmaktadır. Çünkü nirengi noktalarının dört bir taraftan görülmesi istenir. Ormanda bu isteğin yerine getirilebilmesi için, çok sayıda ağacın kesilmesi gerekir. Yeni nirengiler ağaç tepelerine de yapılırsa, çok sayıda ağacın kesilmesi zorunludur. Bu durum ormana çok zarar verir. *Elektronik uzaklık ölçer sayesinde, ormanda nirengi sıklaştırması işi kaldırılmış, yerine «Uzun Kenarlı Poligon» veya «Duyarlı Poligon» denilen yeni bir yöntem getirilmiştir. En sık ormanda dahi, çok az sayıda dal veya ağaç kesmek suretile 300-500 m. bazen daha fazla uzaklığı görme olanağı vardır. Bu olanaktan yararlanılarak, uzak nirengi noktaları arasına poligonlar kurulabilir. Bu poligonların açı ve kenarları çok duyarlı şekilde ölçüleceğinden, kapanış hatalarında küçük olur. «Uzun Kenarlı Poligon» veya «Duyarlı Poligon» denilen bu poligon noktalarının konum hataları, sıklaştırılmış nirengi noktalarının konum noktaları kadardır. Bu nedenle, «Uzun Kenarlı Poligon noktaları, sıklaştırılmış nirengi noktaları (Teksif Nirengisi) yerine kullanılmaktadır. «Uzun Kenarlı Poligon» kurulmasında 2 doğrultuya bakıldığından ve bu doğrultularda az çok değiştirilebildiğinden, kesilen dal veya ağaç sayısı çok az olmaktadır. «Uzun Kenarlı Poligon» yönteminin bulunması ve geliştirilmesi, ormanların korunması ve haritalarının yapılması bakımından büyük kolaylık ve rahatlık sağlamıştır. Bu yöntem, Elektronik Uzaklık ölçerin uygulama alanına çıkması sayesinde oluşturulmuştur. Elinde, Elektronik Uzaklık Ölçer bulunmayan bir kimsenin, «Uzun Kenarlı Poligon» kurmasında olanak yoktur.*

Orman Kadastro Komisyonlarına, en az birer tane «Elektronik Uzaklık Ölçer» alınmak istenmesinin sebeplerinden birisi, «Uzun Kenarlı Poligon» kurmalarına olanak sağlamak içindir.

Elektromagnetik Uzaklık Ölçerlerle, sisli havalarda ve sık ormanlarda da uzaklık ölçme olanağı vardır. Aletin gönderdiği ışınlar sadece kendi yansıtıcısında yansımakta, ağaç veya taş üzerinde yansımamaktadır. Bu nedenle alet başındaki kimse, yansıtıcıyı görmese fakat, kabaca dürbünü yansıtıcıya döndürdükten sonra, yavaşça sağa sola döndürerek, hangi durumda geri dönen sinyallerin algılandığını saptarsa, aradığı doğrultuyu bulmuş, uzaklığıda ölçmüş olur. Aynı olanaktan yararlanarak yatay açıyıda ölçebilir.

Ormanda ölçü yaparken insan bazen, «şu ağacı ve şu iki dalı kesersem hedefi görebilirim» diye karar veriyor fakat; ağaç ve dallar kesildikten sonra hedefin görünmediği başka ağaç ve dallarında kesilmesi gerektiği kanısına varıyor. Elektromagnetik uzaklık ölçerler bütün bu güçlükleri ortadan kaldırmakta hem işlerin süratlenmesini hem de ormana fazla zarar verilmemesini sağlamaktadırlar.

Bütün kolaylıklarına rağmen, kısa kenarlı poligonların ölçülmesinde Elektromagnetik uzaklık ölçerlerden yararlanmak doğru değildir, çünkü ekonomik olma-

maktadır. Uygulanması gereken yöntem; sık nirengi yerine kullanılmak üzere, uzun kenarlı poligonlar kurmak ve bunların ölçümünde Elektromagnetik Uzaklık ölçerden yararlanmak sonrada Uzun Kenarlı Poligon noktaları arasında, mira ve klasik teodolitten yararlanarak küçük kenarlı poligonlar kurmaktır.

Küçük kenarlı poligon noktalarının orman sınır noktaları olmalarını sağlamaya çalışmak gerekir. Bunun olanaksız bulunduğu yerlerde, sınır noktaları ışınal yöntemle ölçülebilir.

Bugüne kadar üretilen Elektromanyetik Uzaklık Ölçer Tipleri 100 rakkamına ulaşmıştır. Her biri üzerinde, çok sayıda araştırma yapılmıştır. Araştırmaların büyük çoğunluğu aletlerin duyarlılığı üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Bu araştırmalardan elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenmektedir.

1 — Elektromagnetik Uzaklık Ölçerlerin hepsi, eşit zaman aralıklarıyla kontrol ve ayar edilmelidir. Ancak böylelikle sistematik hataların önüne geçilebilir.

2 — Çok duyarlı şekilde ölçü yapılmasını gerektiren işler, örneğin yer kabuğu hareketlerinin geodezik yöntemlerle incelenmesi ve izlenmesi, bazı mühendislik işleri, aletlerin uygun yöntemlerle kontrol ve ayar edilmesi, ölçülerin alet hatalarının etkilerinden arındırılması ile sağlanabilir.

3 — Elektromagnetik Uzaklık Ölçerlerin sistematik hataları (alet hataları), aleti oluşturan parçaların kalitelerine bağlıdır. Aynı üretim serisinde bulunan aletlerin arasında, büyük sistematik hata farklarının bulunduğu saptanmıştır. Bu nedenle ayar edilmiş bir aletin duyarlılık derecesine bakarak, bağlı bulunduğu serinin tamamen aynı duyarlılıkta olduğuna karar vermek asla doğru değildir.

4 — Elektromanyetik Uzaklık Ölçerlerin ayar yöntemleri, ölçme uzaklıklarına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin 10 Km. yi ölçen aletin kontrol ve ayarı 1 Km. yi ölçeninkinden çok farklıdır.

Her çeşit alette olduğu gibi, bir Elektromagnetik Uzaklık Ölçeri kullanacak kimsenin, aletin broşürünü çok iyi okuması, okuduklarını alet üzerinde kademe kademe uygulaması zorunludur. Uygulama ile ilgili herhangi bir şüphesi bulunan kimsenin önce; aynı aleti kullanan başka kimselerden veya firmasından sorarak bu şüphesini gidermesi, sonra aleti kullanmaya başlaması gerekir. Aksi halde; uzun sürede yapılacak çalışmalar boşa gidebileceği gibi, alette büyük çapta zarara uğrayabilir. Bir aleti kullanacak kimsenin, aletten daha duyarlı olması şarttır.

ELEKTRONİK YÖNTEMLE OKUNAN LİMBUSLAR

Çeşitli çizgilerden ve grafiklerden yararlanarak bir limbusu veya başka herhangi bir değeri okuma yöntemine Analog yöntem denilmektedir. Kullanılmakta olan teodolitlerin limbüs ve eklietreleri (düşey daire), üzerlerindeki göstergelerden yararlanılarak okunur. Gösterge bazen verniyenin sıfır çizgisi olur, büyük değerler limbüsten, küçükler de verniyeden okunur. Her iki okumada analog yöntem girmektedir.

Bir uzunluğun cetvelle veya çelikmetre ile ölçülmesi, klasik saatlerdeki akrep ve yelkovanı bakarak saatin kaç olduğunu anlaşıması ve bunlara benzeyen çe-

şitli ıskalalardan yararlanarak herhangi bir değerin elde edilmesi, tamamen analog yöntemlere girmektedir.

Son yıllarda çıkan ve pille çalışan, saatin kaç olduğunu her an rakkamla gösteren, rakkamları her dakika veya her saniye değişen saatler analog değildir, Dijital (sayısal)dır. Bu saatler elde etmek istediğimiz rakkamı yazarak göstermektedirler. Bilgisayar tekniği genişletildikten sonra, eski disklerin ve ıskalaların yerini Dijital yöntemle çalışan aygıtlar almaya başladı. Analog yöntemlerde göstergelere bakılarak, çok zamanda olasılıklar dikkate alınarak bulunan değerler, Dijital yöntemlere geçildikten sonra kolaylıkla okunabilir hale geldi.

Limbus okuyan kimseler çok zaman limbusun hangi istikamette büyüdüğünü şaşırarak ters taraftan saymakta ve kaba hatalarla yüklü değerler bulmaktadırlar. Örneğin 176 grad yerine 184 grad, 248 grad yerinede 252 grad okuyabilmektedirler. Dijital yöntem bu şekildeki kaba hataları tamamen ortadan kaldırmaktadır.

Elektronik yöntemle okunan limbüslerde, limbüsler gene analog şekilde değerler vermektedirler. Fakat limbusun üzerine yerleştirilen bir aygıt, limbusun verdiği analog değeri süratli bir şekilde Dijitale dönüştürmekte ve teodoliti kullanana hatasız bir şekilde sunmaktadır. Özet olarak; elektronik yöntemle okunan limbüslerde analogdan Dijitale dönüşüm yapılmaktadır.

Analogdan Dijitale dönüşüm 2 şekilde yapılmaktadır.

- 1 — Elektrooptik dönüşüm
- 2 — Elektromekanik dönüşüm

1 — Elektrooptik Dönüşüm

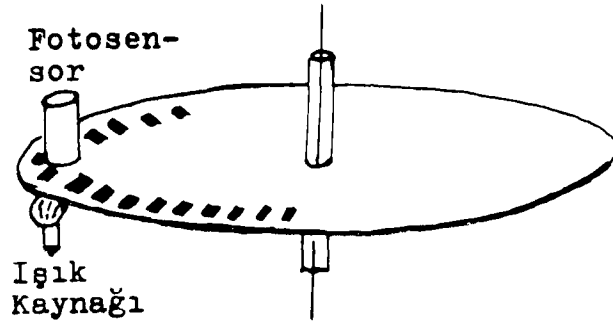
Şekil No: 1 de görülen limbusun bölümleri bir atlanarak siyaha boyanmıştır. Limbusun kendisi saydam bir maddeden örneğin camdan yapılmıştır. Işık kaynağından gelen ışınlar, limbusun her tarafından geçebildiği halde, siyaha boyanan kısımlardan geçememektedirler.

Işık kaynağının tam düzeyine ve limbusun hemen üzerine küçük bir fotosensor, yani ışığın şiddetini ölçen bir aygıt konulmuştur. Fotosensorun içersinden bir elektrik devresi geçmektedir. Fotosensora alttan çok ışık geldiği zaman, elektrik devresinden çok akım geçmekte, az ışık geldiği zamanda da az akım geçmektedir.

Fotosensor, bağlı bulunduğu elektrik devresinden geçen akımın şiddetinden yararlanarak, kendine gelen ışığın miktarını ve buna bağlı başka değişkenleri sayısal (Dijital) olarak vermektedir.

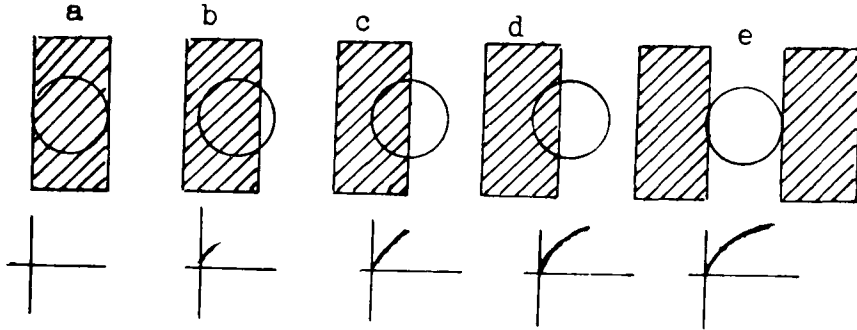
Fotosensorun alt kısmı, yani ışığın girdiği yer daire şeklindedir ve çapı, limbusun bir bölümü kadardır. Şekil No: 2 de Fotosensorun ağız ile Şekil No: 1 deki limbusun komşu 2 bölümü bir arada gösterilmiştir. Taranan dikdörtgen, limbusun siyaha boyanan bir bölümüdür, sağ tarafındaki beyaz kısımda limbusun boyanmayan bir bölümüdür, a, b, c, d, e harflerile gösterilen şekillerin her biri ayrı bir şekildir ve aynı iki komşu bölüme aittirler. Şekiller, fotosensorun bu iki bölüm üzerindeki çeşitli durumlarını göstermektedir.

2a şeklinde fotosensörün ağız, ışık geçiriyen bölüm tarafından tamamen kapanmıştır. Bu nedenle elektrik devresinden geçen akımın şiddeti de sıfırdır, alttaki grafik bu durumu göstermektedir. Limbus biraz döndürülünce, fotosensörün ağız biraz açılır ve 2b deki durum meydana gelir. Fotosensörün içersine biraz ışık girer, elektrik devresinden de biraz akım geçer. 2b nin altındaki grafik akım şiddetinin az olduğunu göstermektedir. Limbus biraz daha döndürülünce, fotosensörün ağızının (giriş deliğinin) yarısı açılmakta ve Şekil 2c deki durum meydana gelmektedir, akımın şiddeti biraz daha artmıştır. Şekil 2d de fotosensörün ağızının 3/4'ü, Şekil No 2e de ise tamamen açılmış olarak görülmektedir. Şekil 2e de elek-



Şekil No: 1

Dijital yöntemle çalışan bir limbusun şeması. Limbus saydam bir maddeden örneğin camdan yapılmıştır. Üzerindeki bölümler bir atlanarak siyaha boyanmış ve ışık geçirmez hale getirilmiştir. Altta ışık kaynağından gelen ışınlar, siyaha boyanmış bölümlerden geçemekte, aralarındaki saydam bölümlerden geçebilmektedir. Limbusun üzerine yerleştirilen Fotosensör veya Fotodetektör denilen aygıt, alttan gelen ışığın miktarını ölçmektedir. Limbus dönerken fotosensöre gelen ışık, en büyük ve en küçük iki değer arasında değişmektedir.



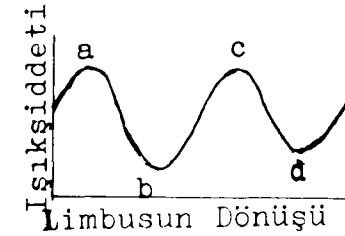
Şekil No: 2

Şekil No: 1 deki fotosensörün ağız kısmını ve limbusun komşu iki bölümünü gösteren şekiller. Yukarıdaki şekil tek bir şekil değildir, 5 ayrı şekildedir. Daire fotosensörün, limbusa sürünen ağızını, taranmış dikdörtgen siyaha boyanmış bölümü, beyaz kısmı da boyanmamış bölümü göstermektedir. a şeklinde fotosensörün ağızı tam olarak siyah bölümün üzerine gelmiştir, fotosensöre ışık gelmemektedir, elektrik devresinden de akım geçmemektedir. Altta grafik bu durumu göstermektedir.

b şeklinde biraz c şeklinde ise % 50 oranında ışık geçmektedir. d şeklinde ışık oranı 3/4'e şeklinde ise en yüksek değere ulaşmıştır, altta grafiklerde bu durumları göstermektedir.

trik akımı en yüksek değere ulaşmıştır, bundan sonra küçülecektir, çünkü bir sonraki ışık geçiriyen bölüm, fotosensörün ağızını kapatmaya başlayacaktır. Fotosensör ve ışık kaynağı yerinde durmakta, limbus ise merkezi etrafında dönmektedir.

Limbus, merkezi etrafında döndükçe fotosensöre gelen ışık devamlı şekilde azalmakta ve çoğalmaktadır, diğer bir deyimle; sinusoidal bir eğri çizmektedir. Şekil No: 3 de bu eğri görülmektedir. a ve c noktalarında, fotosensöre gelen ışık en büyük değerdedir (maksimumdur) çünkü bu noktalarda, fotosensörün ağız, ışık geçiriyen 2 bölümün arasındadır ve Şekil 2e de olduğu gibidir. b noktasında ise, fotosensöre gelen ışık en küçük değerdedir (minimumdur) veya tamamen sıfır olmuştur. Bu durumda fotosensörün ağız, tam olarak ışık geçiriyen (siyaha boyalı) bir bölümün üzerine gelmiş, Şekil No: 2a da görülen durumu almıştır.



Şekil No: 3

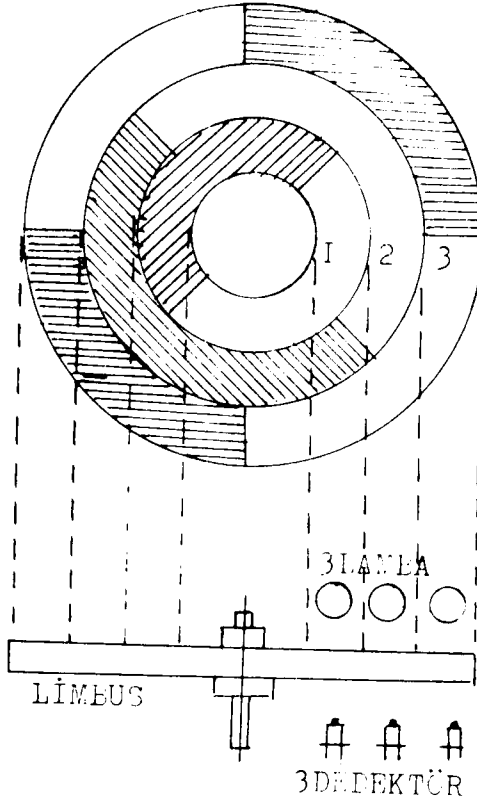
Şekil No: 1 deki Fotosensöre gelen ışığın ve buna bağlı olarak, elektrik devresinden geçen akımın şiddetinin nasıl değiştiğini gösteren grafik. Fotosensör Şekil No: 2a daki durumda iken, yani ışık çok az gelirken veya hiç gelmezken, akımın şiddeti en küçük değerdedir, yukarıdaki grafik b veya d noktalarındadır. Fotosensör 2e durumunda iken, yani ışık en çok gelirken akımın şiddeti en büyük değerdedir, yukarıdaki grafikde bu durum a veya c noktaları ile gösterilmektedir. Limbus merkez noktası etrafında döndükçe, yukarıdaki sinusoidal eğri devam etmektedir.

Pratikte bir sensörün ağızının çapı 1 mm. den daha küçük yapılamamaktadır. Bu nedenle de limbusdaki bölümlerin 1 mm. den daha küçük olmaması zorunludur. Grad bölümlü bir limbusda, bir gradlık yayın 1 mm. olabilmesi için, limbus çevresinin 400 mm. den, çapının da 127,4 mm. den biraz daha büyük olması gereklidir. Bu da oldukça büyük bir limbus demektir. Özellikle iklimetrede güçlük yaratmaktadır. Bu güçlüğü önlemek amacıyla, limbus çevresi 200 eşit kısma bölünmektedir. Böylelikle limbusun en küçük bölümü 2 grad olmakta, fotosensörün verdiği değerlerde buna göre düzenlenmektedir. Bu durumda limbusun çapı da yarıya yani 63,7 mm. ye inmektedir. Bölüm sayısı çok daha az da yapılabilmektedir.

Üzerinde 200 bölüm bulunan bir limbus, merkez noktası etrafında bir tur yaptığında, fotosensörün verdiği değer 100 defa en büyük 100 defa da en küçük olmaktadır.

Fotosensöre fotodetektör de denilmektedir. Eunlar kullanılan ışık kaynağına duyarlı silikom fotodiyod veya Foto-Transistörlerdir. Fotosensöre veya fotodetektöre ışık gelirse, elektron çıkmakta ve elektrik devresinde akım oluşmaktadır.

Sağlıklı ve duyarlı bir okuma yapabilmek için, aynı limbus üzerine birden çok okuma düzeni çizilmekte ve hepsinden yararlanma yoluna gidilmektedir. Şekil No: 4 de aynı limbus üzerine çizilmiş 3 okuma düzeni görülmektedir. Her düzenin alt kısmında bir ışık kaynağı, yukarsında da bir fotosensör veya bir fotodetektör bulunmaktadır. Detektörlerin verdiği sonuçlar, kodlanarak birleştirilmekte ve limbusun gösterdiği değer, dijital (sayısal) olarak, sağlıklı ve duyarlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Uygulamada 3 den daha fazla düzen bir arada çalıştırılabilmektedir. Limbusun bütün yüzeyinden yararlanılmaktadır.



Şekil No: 4

Bir limbus üzerine çizilmiş 3 açı düzeni, diğer bir deyimle; 3 limbus bir arada. Her düzenin altında, Şekil No: 1 de görüldüğü gibi bir lamba yukarsında da bir fotosensör bulunmaktadır. Fotosensörlerin verdiği sonuçlar kodlanarak birleştirilmekte ve limbusun gösterdiği değer, dijital olarak (sayısal olarak) sağlıklı ve duyarlı şekilde elde edilmektedir.

2 — Elektromekanik Dönüşüm

Teodolitlerde, limbusun üzerine bir büyüteç konulmuştur. Bu büyüteçten yararlanılarak, göstergenin hangi değeri gösterdiği okunmaktadır. Büyütecin kuvveti ne kadar fazla olursa, gösterdiği değeri okuma olanağında o kadar artar. Çizgilerinde buna göre ince çizilmesi gerekir.

Limbus üzerine, büyüteç yerine bir mikroskop yerleştirilirse, limbusu okuma olanağı çok daha fazla artar. Mikroskop yardımıyla yapılan bu okumanın, elektrik sinyalleriyle yapılması çok daha yararlı ve pratik olmaktadır. İletken şeritlerle önce kodlama yapılmakta, sonrada elektrik kontaklarla okuma olanağı sağlanmaktadır. Bu şekildeki okumada dijital yöntemle girmektedir. Yani ortaya bir rakkam çıkmakta ve okunmaktadır.

GEODİMETRELER

Elektronik Uzaklık Ölçer aleti, bir teodolitin üzerine monte edilebileceği gibi, teodolitin ayrılmaz bir parçası halinde de yapılabilir. Aynı aletin üzerine Geodat ve başka yardımcılarda monte edilebilir. Böylelikle «Elektronik Takeometre» veya Geodimetre denilen alet meydana gelir.

Elektronik Uzaklık Ölçerler genel kural olarak, eğik uzaklığı verirler, ancak optik eksenlerinin yatay tutulabildiği yerlerde, yatay uzaklığı verebilirler. Elektronik Uzaklık Ölçerlerin bulduğu eğik uzaklığı yataya çevirmek, ayrıca yükseklik farkını da hesaplamak zorunluğudur. Elektronik Takeometreler bu hesapları süratli bir şekilde yapmaktadırlar. Sisli veya sık ormanda görünmeyen hedefleri gözliyerek, hem yatay uzaklığı ve yükseklik farklarını bulmaları, hemde yatay açıyı ölçmeleri, büyük kolaylık sağlamaktadır. *Elektronik Takeometrelerin yakın bir gelecekte, klasik teodolitleri uygulamadan kaldıracağı tamisi yaygındır.*

Son yıllarda süratlenen elektronik teknolojisindeki gelişmelerin yönü, esas olarak yarı iletkenlere bağlı bulunmaktadır. Elektron tüpü, transistör, entegre devre ve chip sırasıyla giden bu gelişme, elektronik devre elemanlarının gün geçtikçe daha küçük hacimlere sığdırılması amacını gütmektedir. Alet boylarının küçülmesi, ağırlıklarının azalmasının yanı sıra daha fazla iş yapma olanağını yaratmıştır. Elektronik gelişmelerin yanında, elektrooptik ölçü aletlerinin ve ışık kaynaklarının geliştirilmeside, Elektronik Uzaklık Ölçerlerin ortaya çıkmasında etkili olmuşlardır.

Geodimeter sözcüğü Geodetic Distance Meter (Geodetik Uzaklık Ölçer) sözcüklerinden türetilmiştir. İlk Geodimetre 1941 yılında İsveç'li Dr. Bergstrand tarafından yapılmıştır. 1970 yılına kadar çeşitli kademelerden geçerek gelişmiş ve 1970 yılında ilk elektronik takeometre olan Geodimetre yapılmıştır. Geodimetre 700 ve 710 delikli şeride kayıt yapmaları nedeniyle, Otomasyon yolundaki ilk aletler olarak kabul edilmektedirler. 1974 yılından sonra çıkarılmaya başlanan Geodimetrelerde, ışık kaynağı olarak, kızılötesi ışınlar kullanılmıştır.

Geodimetrelerin Eklimetrelerine (Düşey Limbus), yükseklik açılarının duyarlı bir şekilde ölçülebilmesi için «Eğim Sensörü» denilen bir aygıt ilâve edilmiştir. Bu aygıt sayesinde Eklimetrenin 100 - 300 çizgisi otomatik olarak yatay duruma getirilmekte ve yükseklik açıları en fazla ± 5 saniye hata ile ölçülmektedir. Bulunan yükseklik açısı, alette bulunan bir mikroişlemciye iletilmekte ve buradan yatay uzaklık ile kot farkı otomatik olarak hesaplanmaktadır.

Yükseklik açısını ölçerek, yatay uzaklığı ve kot farkını veren aygıttan duyarlı sonuç alınabilmesi için, Uzaklık Ölçerinin ekseninin, dürbünün optik eksenine paralel olması gerekir. Diğer bir deyimle; uzaklık ölçerinin yükseklik açısı ile, Teodolitin düşey açısı aynı olmalıdır. Alette bu açıları ayarlamak için özel vida var-

dır. Bu ayarın, arazi çalışmalarına başlanırken yapılması, zaman zaman da kontrol edilmesi gerekir.

Geodimetreler, aplikasyon çalışmalarında da büyük kolaylıklar sağlamaktadırlar. Klasik Teodolit ve mira yardımıyla, sık orman içersinde, bir poligon kenarlarının aplike edilmesi istendiğinde büyük güçlüklerle karşılaşılır. Önce mirayı devamlı görebilmek için, çok sayıda dal veya ağaç kesmek gerekir. Sonra mirada okunan değerlerden yararlanarak yatay uzaklığı hesaplamak, daha sonrada «geri git» veya «ileri gel» şeklinde komut vermek ve ölçülenle, hesabı tekrarlamak gerekir.

Ormanda çok zaman, retikül çizgileri miranın görülebilen kısımlarına isabet etmez. Çizgilerden birini, miranın görülebilen yerine getirince diğerlerinin görülemiyen yerlere isabet ettiği çok karşılaşılan olaylardır. Bu durumlarda, uzun zaman dal kesme ile uğraşmak zorunda kalınır. Mira görüldükten sonrada ileri veya geri gitme zorunluğu, hesap sonunda miraya tekrar yer değiştirme... çok bunaltıcı işlerdir. Geodimetre bütün bu güçlükleri ortadan kaldırmakta ve büyük kolaylık sağlamaktadır. Geodimetre ile aplikasyon yaparken, görülemiyen yardımcıya önce biraz sağa veya sola git diye istikamet verilir, sonrada 50 cm. yaklaş veya 30 cm. uzaklaş şeklinde komut verilerek, aranan nokta tam olarak bulunur.

Geodimetrelere UNICOM denilen bir konuşma aygıtında eklenmiştir. Bu aygıt sayesinde aleti kullanan kimse, reflektörü kullanana komutlar verebilmektedir. Fakat reflektörcü alet kullanana bir şey söyleyememektedir. Yani aygıt tek yönlüdür, bu nedenle telsiz kapsamına girmemektedir, telsiz izni alınmasına gerek yoktur.

Sık ormanda çalışırken reflektörü kullananın, Geodimetrenin yerini iyi tahmin etmesi gerekir. Aksi halde reflektörü çok hatalı yönlere çevirir ve işin aksamasına neden olabilir. Bu şekildeki aksaklığı önlemek amacıyla, Geodimetrelerin üzerine Traeklight denilen bir aygıt yerleştirilmiştir. Bu aygıtın düğmesine basılınca Geodimetreden bir ışık çıkmaktadır. Yansıtıcıyı kullanan bu ışığı görerek Geodimetrenin yerini kabaca bulur ve yansıtıcıyı oraya yönlendirir. Fakat bu kaba bir yönlendiriş olur. Traeklight aygıtından 3 ayrı renkte ışık yayılır, bunlar beyaz yeşil ve kırmızıdır. Yansıtıcıyı kullanan beyaz ışık görürse, yansıtıcıyı tam olarak Geodimetreye yönelttiğini anlar. Yeşil görürse Geodimetrenin kendine göre biraz solda, kırmızı görürse biraz sağda olduğunu anlar. Buna göre yansıtıcıyı tam olarak Geodimetreye döndürür. Yansıtıcı Geodimetreye tam döndüğünde, ışığın rengi beyaz şiddeti de iki katına çıkar. Geodimetreden çıkan ışık, devamlı bir ışık şeklinde değildir, bir çakmağın çakması şeklindedir. Bu nedenle de daha kolay görülebilmektedir.

Bazı Geodimetreler, kendilerini kontrol edebilmekte ve herhangi bir parçalarında bozukluk veya ayarsızlık bulunduğu taktirde, bunu hemen bildirmektedirler. Örneğin; alet -1 mesajını verirse, genel eksen tam olarak düşey yapılmamış demektir, 8888 mesajını verirse, herhangi bir aksaklık yoktur. Ölçü yapabilirsiniz demektir. Ölçü yapılırken düzeçte küçük kaymalar olursa, bunu alet giderir, büyük kayma olursa kullananı uyarır. Geodimetre yansıtıcıya tam olarak yöneltildikten sonra uzaklığın ölçülmesi 0,5 saniye kadar sürer. Alet durdurulmazsa ölçü her 5 saniyede bir tekrarlanır.

Belli başlı firmaların çıkardıkları Geodimetrelerin markaları ve ağırlıkları şöyledir :

Marka	Ağırlık
Geodimeter 220	1,3 Kg.
Geodimeter 140	8,5 »
Zeiss Elta 2	13,0 »
Zeiss jena Decota	12,0 »
Kern E 2 ve DM 502	10,3 »
K ve E Vectron II	12,0 »

Görüldüğü üzere, engebeli ve ormanlık arazide de taşınabilecek ağırlıktadırlar. Hafifler 1-2 Km. uzaklık için, 8-10 Kg. aşarlarda 20 Km. uzaklıklar için kullanılmaktadır.

Her çeşit elektronik aletin, kullanıcı tarafından onarılabilen bölümü, gün geçtikçe azalmaktadır. Bir işin yürütülmesi için kullanılması zorunlu olan alet, bozulur ve kısa zamanda da onarılamazsa, işler büyük çapta aksar. Aletin bozulmasını sağlamak için, önlemler almak, eşit zaman aralıklarla kontroller yapmak, bozulana onarmaktan çok daha yararlı ve çok daha akılcı bir yöntemdir. Aletlerin kullanım güvenliği devamlı olarak üst düzeyde tutulmalıdır.

Bütün Geodimetrelerin kontrol ve onarım işleri gene bilgisayarlar tarafından yapılmaktadır. Her Geodimetrenin içinde özel bir kontrol aygıtının bulunduğu ve bir bozukluk varsa bunun hangi parçada olduğunu otomatik olarak bildirdiği yukarıda belirtilmişti. Bunlardan ayrı olarak, çok sayıda Geodimetre kullanan bir kurumun merkezinde büyükçe bir kontrol ve onarım atelyesinin bulunması gereklidir. Bu atelyede de Geodimetreleri kontrol eden ve onaran özel bir bilgisayarın bulunması çok yararlı olmaktadır. Bu işleri yapabilen Özel Bilgisayarlar geliştirilmiştir.

Herhangi bir aletin onarımında, en önemli iş aksaklığın kaynağının bulunmasıdır. Aletin şemasından ve öngörülen kontrol yöntemlerinden yararlanarak bu işlemi yapmak çok zaman alır. Onarım atelyesindeki Bilgisayar bu işi çok süratli bir şekilde yapmaktadır. Geodimetrelere verilmesi gereken bazı katsayılar vardır. Örneğin; Geodimetre katsayısı, prizma katsayısı, açı ofset ayarı, Kolimasyon hataları, bunlarda Bilgisayarlara verilmektedir.

Özet olarak; *Geodimetreler, Bilgisayar ve Elektronik Tekniğinden yararlanılarak yapılmış modern bir alettir ve Geodezi çalışmalarına büyük yenilikler ve kolaylıklar getirmiştir.*

KAYNAKLAR

- AKSOY, A., 1975. *Nirengide Kronolojik Gelişme ve Türkiye'de Nirengi Sorunu. Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi. Sayı 35.*
 AKSOY, A., 1 83. *Jeodezi Öğretimine Kısa Bakış ve Türkiye'de Jeodezi Öğretimi. I.T.Ü. Teknik Eğitim Kongresi. İstanbul.*

- AKSOY, A., 1985. *Haritacılığın Dünü, Bugünü. Haritacılıkta Otomasyon Semineri. İstanbul.*
- ALPORAL, Ö.S., 1985. *Geodimeter Aletlerinin Tanıtımı, Eksen Özellikleri ve Klasik Aletlerle Karşılaştırılması. Haritacılıkta Otomasyon Semineri. İstanbul.*
- ALPORAL, Ö.S., 1983. *Kartografyada Otomasyon. İstanbul.*
- ALPORAL, Ö.S., 1985. *Araziden Büroya Bilgi Akışı. Haritacılıkta Otomasyon Semineri. İstanbul.*
- ALTAN, H., 1985. *DCS (Digital Computer System) Otomatik Çizim Sisteminin Tanıtımı, Teknik Özellikleri. Programlar (Uygulamalı). Haritacılıkta Otomasyon Semineri. İstanbul.*
- American Society of Photogrammetry Manual of Color Photography.*
- AYTAÇ, M. *Hava Fotogrametrisi. Çeviri, İstanbul.*
- CHARLES, E.O. SEN Jr. *Collect on and Processing of Multispectral Imagery.*
- DENİZ, R., 1985. *Kısa Boyların Elektrooptik Uzaklık Ölçerlerle Ölçülmesinde Presizyon Araştırması. İstanbul.*
- DENİZ, R., 1985. *Elektromagnetik Uzaklık Ölçerlerin Kalibrasyonu. Haritacılıkta Otomasyon Semineri. İstanbul.*
- ERASLAN, İ. *Fotogrametri Alanında Yeni Gelişmeler. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 16, Sayı 1.*
- ERKİN, K., 1974. *Fotogrametri. İstanbul.*
- HALMOS, F., 1978. *A Particular Case of the Calibration of distance - meters and of the increase of the accuracy of distances. Helsinki.*
- KILFORD, W.K. *Elementory Air Survey Pitman Publishing London.*
- KURULTAY RAPORU, 1984. *Türkiye'de Harita - Kadastro Sektörü Sorunları ve Çözüm Önerileri. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Başkanlığı Meslek Kurultayı, İstanbul.*
- ÖZDİL, T. - ŞERBETÇİ, M., 1984. *Ölçme Aletlerinde ve Uygulamalarında Gelişmeler. Harita Mühendisliği Semineri. D.S.İ. Etüd ve Plan Dairesi, Trabzon.*
- ler. *Harita Mühendisliği Semineri. D.S.İ. Etüd ve Plan Dairesi, Trabzon.*
- TARAN, O., 1985. *Geodimeter Aletlerinin Bakım Sistemleri. Haritacılıkta Otomasyon Semineri. İstanbul.*
- SELÇUK, M., 1985. *Grafik Bilgi İşlem Sistemlerine Genel Bakış. Haritacılıkta Otomasyon Semineri, İstanbul.*
- SUATAÇ, Ü. *Kartografyada Otomasyon Bazı Problemleri. Çeviri, Harita Dergisi Özel Sayı, Ankara.*
- SPURR, S.H. *Photogrammetry and Photointerpretation. Ronald Press New York.*
- TOKMANOĞLU, T., 1967. *Fotogrametri Alanındaki Yeni Gelişmelerden Bazıları. Orman Genel Müdürlüğü Teknik Haber Bülteni, Sayı 25.*
- TOKMANOĞLU, T., 1982. *Fotogrametri, İstanbul.*
- YAŞAYAN, A., KOYUNCU, D., 1984. *Fotogrametri ve Kartografyada Gelişmeler. Harita Mühendisliği Semineri. D.S.İ. Etüd ve Plan Dairesi, Trabzon.*
- UZEL, T., 1985. *Elektronik Takeometreler. Haritacılıkta Otomasyon Semineri. İstanbul.*
- YERCI, M., 1978. *Kartografyada Otomasyon. Harita Dergisi, Özel Sayı, Ankara.*
- YOST, E., WENDEROTH, S. *Detection of mineralized trees by their reflectance. Tech. Report Universit of Long Island.*
- YOST, E., WENDEROTH, S. *Appendur I. Additive Colour Acrial Photography.*