

SERİ
SERIES
SERIE
SÉRIE

Å

CİLT
VOLUME
BAND
TOME

28

SAYI
NUMBER
HEFT
FASCICULE

2

1978

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

**REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL
REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL**



AĞAÇLARDAKİ NİRENGİ NOKTALARINA BAĞLANAN POLİGONLARDA KOORDİNAT HESABI

Prof. Dr. T. TOKMANOĞLU¹

Kısa Özet

Türkiye'deki ormanların 1/25 000 ölçekli haritaları yapılmıştır. Bu haritaların bir paftası yaklaşık olarak 15 000 hek. araziye kapsamaktadır ve her birinde en az 30 tane nirengi noktası bulunmaktadır. 30 noktanın 8 i istasyon 22 tanesi de ön kestirme noktası olarak yapılmıştır. 22 noktanın çoğunluğu ağaçlarda bulunmaktadır. Ağaçlardaki nirengi noktalarına teodolit kurma olanağı genellikle yoktur.

Ormanlarda kurulan poligonların, örneğin orman sınırlarını saptamak gayesiyle kurulan poligonların, ağaçlardaki nirengilere bağlanması zorunludur. Bu zorunluluk bazı güçlüklerin yenilmesini gerekli kılmaktadır. Aşağıdaki yazıda, karşılaşılabilecek güçlüklerin önemleri belirtilmekte ve çözüm yolları açıklanmaktadır. Yazıda belirtilen güçlükler yersel yöntemle çalışan ve smir noktalarının koordinatlarını hesaplayan Orman Kadastro Komisyonlarının karşılaştıkları güçlüklerdir.

GİRİŞ

Ormanlık arazide yapılan nirengi noktalarının büyük çoğunluğu, ağaçlara yapılmıştır. Ağaçlardaki nirengi noktalarına Harita Genel Müdürlüğünde «Balon» denilmektedir. 1/25 000 ölçekli bir pafta yaklaşık olarak 150 Klm² veya 15 000 hektar alanı kaplamaktadır. Bu genişlikteki alana yönetmelik gereğince, en az 30 tane nirengi yapılmıştır. Bunların 8 tanesi istasyon, 22 tanesinde önden (ilerden) veya geriden kestirme noktasıdır. İstasyon noktaları I, II veya III üncü derece nirengi noktası olmaktadır. Önden veya geriden kestirilen noktalar ise, IV üncü derece noktasıdır. Ormanlık arazinin 1/25 000 ölçekli haritası yapılırken, istasyon noktalarının yerde olması, sağlanılmaya çalışılır. Bunun için arazinin çok iyi incelenmesi, istasyon noktalarının çıplak tepelere veya sırtlara yapılmasını sağlayacak olanakların aranıp bulunması gerekir. Bütün aramalara rağmen bu olanaklar sağlanamazsa, ağaç üzerinde istasyon, diğer bir deyimle kule yapma zorunluğu doğar. Kule hem masraflıdır, hemde üzerinde ölçü yapılması zordur. Bu sebepten nirengide çalışanlar, kule yapmaktan daima kaçınırlar.

İstasyon noktalarının yerde olmasını sağlamaya çalışan nirengici, ilerden kestirme noktalarının yerde olmasına önem vermez. Bu noktaların ağaçlarda olması, uzaklardan kolaylıkla görünmesini sağlar.

1 I.Ü. Orman Fakültesi Geodol ve Fotogrametri Kürsüsü, İstanbul.

Açıkladığımız nedenlerden dolayı, ormanlık arazideki nirengi noktalarının en az yarısı ağaçlarda bulunurlar. Orman Kadastro Komisyonlarının, yaptıkları sınır ölçmelerini, en yakın nirengi noktalarına bağlamaları zorunludur. Bağlanacakları nirengi noktaları yerde olursa, üzerine teodolit kurularak gerekli açı ölçülür. Ağaçta olursa, teodolit kurulamaz ve bilinmesi zorunlu olan açılar ölçülemez. Nirengi ağacının nirengi kulesi haline getirilmesi, pahalı bir çözüm yoludur. Özellikle uzun boy-lu ağaçlar için bu yola gitmek doğru değildir.

Ölçülen poligonun bağlanacağı nirengi noktaları ağaçlarda bulunduğuna ve bu ağaçlarında kule haline getirilmesi düşünülmeyeceğine göre, poligon hesaplarının nasıl yapılabileceği, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Kadastro komisyonlarında çalışan arkadaşlarımız, bu konuyla ilgili olarak çeşitli sorular sormaktadırlar. Aşağıda, bu sorulara yanıt olabilecek çözüm yollarının neler olabileceği araştırılmış ve sayısal örnekler verilerek konuya açıklık getirilmeye çalışılmıştır. Evvvela bağlanılacak nirengi noktasında bulunması gereken bilgiler açıklanmış, daha sonra bu nirengilere poligonun nasıl bağlanabileceği konusu üzerinde durulmuştur.

POLİGONUN BAĞLANACAĞI NİRENGİ NOKTASINA AİT BİLGİLER VE DEĞİŞMELER

Yerde bulunan nirengi noktalarının orta direği (babası), nirengi betonunun ek-seni üzerinde ve düşey şekilde bulunur. Ağaçdaki nirengi noktalarında da bu durum sağlanmaya çalışılır. I nolu şekilde, büyük bir ağacın dalı üzerine kurulmuş bir nirengi işareti bulunmaktadır. Toprağa gömülmüş olan nirengi betonu ve sigortası, orta direğin (babanın) düşeyinde bulunmaktadır.

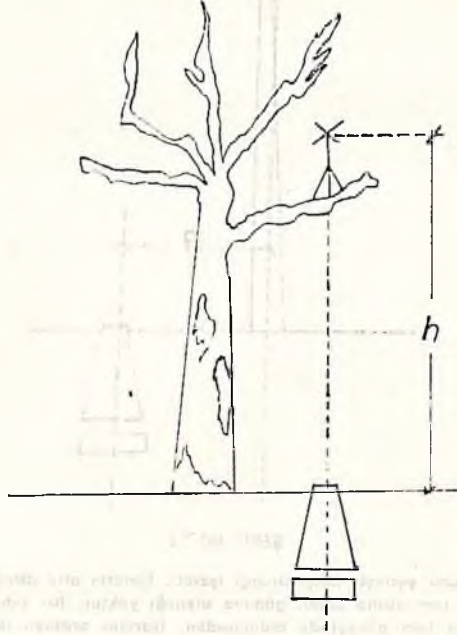
I nolu şekildeki duruma çok ender olarak sağlanır. Bunun sebebi nirengilerin tepelerde ve sırtlarda yapılması, buralarda da büyük ağaçların bulunmamasıdır. Büyük ağaçlar dere içlerinde ve yamaçların derelere yakın kısımlarında bulunur. Sırt ve tepeler de kısa veya orta köylü ağaçlar bulunur. Bu ağaçların dallarına nirengi yapılamaz, ancak gövdeleri üzerine yapılır. 2 nolu şekilde, bir ağacın gövdesinin uç kısmına yapılmış bir nirengi işareti görülmektedir. Bu işaretin orta direğinin (babasının) düşeyinde, ağacın kökü bulunmaktadır. Burada nirengi betonu ve sigortası, zorunlu olarak, orta direğin (babanın) düşeyinin dışına dikilir. Genel olarak güney istikametinde uygun bir yer seçilir.

Güneye dikilmesinin 2 sebebi vardır. Birinci sebep, betonun çevresine 1,5 m. yarı çaplı daire çizilir ve içerisi taş döşenir üzeri kireçle beyaza boyanır. Bu kirecin havadan görünmesi şarttır. Güneş güneyden geçtiği için, betonun ve kirecin ağacın güneyinde olması gerekir. Aksi halde ağacın gölgesi kireci örter. İkinci sebep, nirengi yapılırken teodolit gezdirilmez, basit bir pusla gezdirilir. Bu sebeplerden dolayı beton daima ağacın güneyine gömülür.

Her nirengi noktası için bir protokol düzenlenir ve noktaya ait bütün özellikler buraya yazılır. Nirengi betonu ile sigortasının, orta direğin düşeyinde bulunup bulunmadığı, düşeyde değilse, hangi istikamette ve ne kadar mesafede olduğu protokola yazılır.

Poligonun bağlanacağı ağaçdaki nirengi noktasına ait protokolün bulunması ve bu bilgilerin oradan alınması gerekir. Aksi halde, hatalı bir iş yapılmış olur. Nirengi betonlarının daima orta direğin düşeyinde bulunduğunu kabul etmek ve çalışmalarını buna göre yapmak asla doğru değildir.

Nirengi işaretlerinin toprak üstündeki kısımları, genellikle ağaçtan yapıldığından, birkaç senede çürür ve yok olurlar. Toprak içerisindeki betonlar, sökülmezse devamlı olarak yerlerinde kalırlar. Harita Genel Müdürlüğü'nün ve Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'nün yaptığı çalışmalarda, eski nirengi betonlarının en az % 35 inci bulunabildiği saptanmıştır.

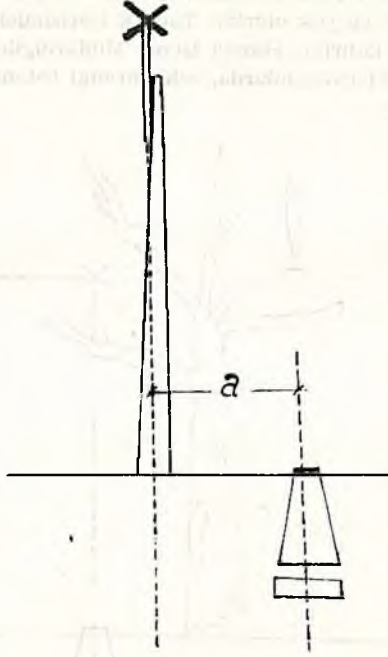


ŞEKİL NO : 1

Büyük bir ağacın dalına yerleştirilmiş nirengi noktası. Ağacın tepesi çürük ve kuru dallarla kaplı bulunduğundan, nirengi işareti yandaki sağlam dalın üzerine yerleştirilmiştir. Çürük dallar kesilerek veya kısaltılarak, nirenginin çevreden daha kolay görünmesi sağlanır. Nirengi işaretinin tam altına, nirengi betonu ve sigortası gömüldür. Şekilde nirenginin çaprazı ile beton arasındaki yüksekliğin h ile gösterildiği görülmektedir. Burada nirengi işareti ile betonun koordinatları aynıdır. Yalnız işaretin kolu, betonun kotundan h kadar büyüktür.

1 nolu şekilde, ağaçtaki nirengi işareti ile betonun koordinatları aynıdır, sadece kotları farklıdır. İşaretin kotu betonun kotundan h kadar büyüktür. 2 nolu şekilde, işaretin koordinatı ile betonun koordinatı birbirinden farklıdır. Beton ağacın a kadar güneyine dikilmişse, (Şekil No : 2) işaretin ve betonun ortinat değerleri (Y) aynıdır, apsisi (X) farklıdır. Betonun apsisi a kadar küçüktür.

Beton ve ağaç yerinde duruyor, sadece işaret çürümüşse, ağacın üzerine yeni bir işaret çakılarak gerekli ölçmeler yapılır. Şayet beton duruyor ve ağaç çürümüşse, iş bir hayli güçleşir. Betonun üzerine teodolit kurularak, uzaktaki nirengi görülmeye çalışılır. Bir kaç ağaç kesilerek, uzaktaki nirenginin görünmesi sağlanabilecekse bu ağaçlar kesilmeli ve nirengi noktası yerdeki bir nokta imiş gibi çalışma yürütülmelidir. Nirengi betonunun üzerine teodolit kurulduğu zaman, uzaktaki nirengi işareti görülemezse, araya büyük engeller giriyorsa, betona yakın büyük bir ağaç aranmalı ve bu ağacın üzerine nirengi işareti çakılmalıdır. Yeni işaretin koordinatları, eski işaretin koordinatlarından farklı olacaktır. Bu farkın hesaplanması ve yeni işaretin koordinatlarının bulunması gerekir.



ŞEKİL NO : 2

Bir ağaç gövdesinin ucuna yerleştirilmiş nirengi işaretli. İşaretin orta direği (Babası) gövdenin ucuna çakılmıştır. Burada işaretin tam altına beton gömme olanağı yoktur. Bu sebeple beton a kadar güneye gömülmüştür. Beton işaretin tam güneyinde olduğundan, işaretin ordinatı ile betonun ordinatı aynıdır, fakat apsisi farklıdır. İşaretin apsisi betonun apsisiinden a kadar büyüktür. 1 nolu şekilde olduğu gibi, burada da işaretin kotu, betonun kotundan işaret yükseklili kadar büyüktür. Ağaçlardaki nirengiler genellikle bu şekilde olduğu gibi yapılır. 1 nolu şekildeki durumla ender karşılaşılar.

3 nolu şekilde bir nirengi betonu ile yeni yapılan işaretin, yukardan görünüşü bulunmaktadır. P noktası betonu, T noktası yeni yapılan işaretin, R noktası da yeni yapılan işareti göstermektedir. R noktasının koordinatları $X_R = 5786,43$ $Y_R = 4227,18$ olduğuna göre T noktasının koordinatlarını hesaplayalım. P noktası R'nin 4,00 m. güneyinde olduğuna göre koordinatları $X_P = 5782,43$, $Y_P = 4227,18$ dir. T noktası P'den 8,75 m. uzaklıktadır. P noktasından T noktasına giden ışının semt açısı $S_{PT} = 247,7$ graddir. Buna göre T noktası ile P noktası arasındaki koordinat farkları (T noktasının P noktasına göre nisbi koordinatları) şu şekilde hesaplanır.

$$\begin{array}{l} \log 8,75 = 0,94\ 201 \\ \log \sin 47,7 = 1,83\ 321 \\ \log \Delta Y = 0,77\ 522 \\ \Delta Y = -5,96\ \text{m.} \end{array} \quad \begin{array}{l} \log 8,75 = 0,94\ 201 \\ \log \cos 47,7 = 1,25\ 462 \\ \log \Delta X = 1,80\ 663 \\ \Delta X = -6,41\ \text{m.} \end{array}$$

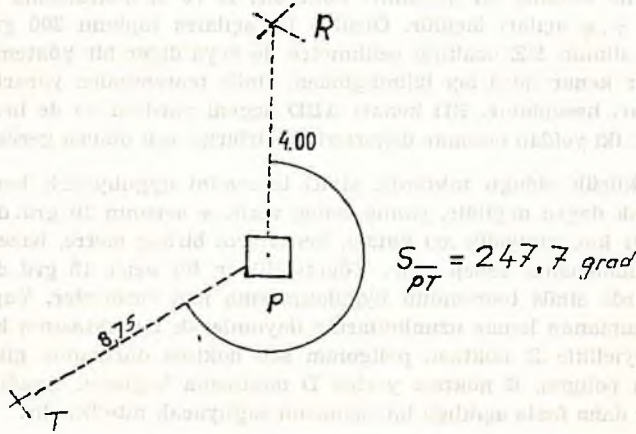
Buradan T noktasının koordinatları

$$\begin{array}{l} Y_P = 4227,18 \\ \Delta Y = -5,96 \\ \hline Y_T = 4221,22 \end{array} \quad \begin{array}{l} X_P = 5782,43 \\ \Delta X = -6,41 \\ \hline X_T = 5776,02 \end{array}$$

olarak bulunur.

Poligon T noktasına bağlanacaktır. Bu noktaya teodolit kurulamamaktadır, çünkü ağaç üzerindedir.

P noktasının çevresinde uygun bir ağaç yoksa, P noktasına kurulan teodolit karşındaki nirengi görülemiyorsa, P noktasının üzerine kule inşa etmek gerekir. Kulenin masrafına ve güçlüğüne katlanmak gerekir. Bir poligonun bağlanacağı, ağaçtaki nirengilerin koordinatları yukarıda açıklandığı şekilde hesaplanmalıdır.



ŞEKİL NO : 3

Şekildeki P noktası ve çevresindeki küçük kare bir nirengi betonunu göstermektedir. Nirengi yapılırken düzenlenen protokoldan anlaşıldığına göre, P noktasının 4,00 m. kuzeyindeki R noktasında bulunan ağacın üzerine işaret yapılmıştır. Diğer bir deyimle P betonu R işaretinin 4,00 m. güneyine dikilmiştir. Zamanla R noktasındaki ağaç ve üzerindeki işaret çürümüştür, fakat P betonu yerinde durmaktadır. P betonundan 8,75 m. uzaktaki T noktasında bir ağaç bulunmaktadır. Bu ağacın üzerine yeni bir nirengi işaretli yapar ve poligonu buna bağlayabiliriz. Bunun için, T noktasının koordinatlarının hesaplanması gerekir. PT doğrusunun semt açısı da ölçülürse T noktasının koordinatları hesaplanabilir. Şekilde $S_{PT} = 247,7$ grd olduğu görülmektedir.

Poligonun bağlanacağı nirengilerin biri yerde diğeri ağaçta olabileceği gibi her ikisinde ağaçta olabilir. Aşağıda her iki durum ayrı ayrı incelenmiştir.

NİRENGİLERDEN BİRİNİN YERDE DİĞERİNİN AĞAÇTA OLMASI DURUMU

4 nolu şekilde A ve B nirengi noktalarına bağlı bir poligon görülmektedir. A nirengisi yerde B nirengisi ağaçtadır. Poligon A noktasından başlamakta ve B nirengisinde sona ermektedir. A noktasına kurulan teodolit B nirengisi gözlenebilmektedir. D noktası poligonun son bir evvelki noktasıdır, diğer bir deyimle (n - 1) inci noktasıdır. D noktasının yeri öyle seçilmiştir ki, bu noktadan A ve B nirengi noktalarının her ikisi de görülebilmektedir. D noktasına kurulacak teodolit A ve B noktaları gözlenerek şekildedeki β açısı ölçülür. A noktasına kurulan teodolit de B ve D noktaları gözlenir ve şekildedeki α açısı ölçülür. α ve β açılarının toplamı 200 grd. dan çıkarılarak ϵ açısı bulunur. ϵ açısı poligonun bir açısıdır. B noktasına teodolit kurulabilseydi A ve D noktaları gözlenecek ve ϵ açısı ölçülecekti. Burada ise ϵ açısı hesapla bulunmuş oldu.

Poligon hesaplarının yapılabilmesi için, BD kenar uzunluğunun bilinmesi gerekir. Arazi elverişli ise BD uzunluğu çelikmetre ile ölçülerek bulunur. Orman arazilerinde genellikle çelikmetre kullanılmaz, uzaklıklar mira gözlenerek ölçülür. D noktasına teodolit kurulur. E noktasındaki nirengi işaretinin tam altına da mira tutulur ve ED uzunluğu ölçülür. Arazinin sık ağaçlarla kaplı olması dolayısı ile mira görünemiyorsa, mira bir miktar yükseğe kaldırılarak, gerekli ölçmeler yapılır. Buna da olanak bulunamıyorsa, B ve D noktalarını görebilen yeni bir nokta aranır. Şekildeki E noktası böyle bir noktadır. E noktası poligonun noktası değildir, ED uzaklığını ölçebilmek gayesi ile alınmış bir yardımcı noktadır. D ve E noktalarına teodolit kurulur ve şekildeki γ , φ açıları ölçülür. Ölçülen bu açılar toplamı 200 grd, dan çıkarılarak θ açısı bulunur. DE uzaklığı çelikmetre ile veya diğer bir yöntemle ölçülür. DBE üçgeninde bir kenar ile 3 açı bilindiğinden, sinüs teoreminden yararlanılarak BD ve EB uzaklıkları hesaplanır. BD kenarı ABD üçgeni yardımı ile de hesaplanabilir. BD kenarının her iki yoldan bulunan değerlerinin birbirine eşit olması gerekir.

α açısı küçük olduğu takdirde, sinüs teoremini uyguluyarak kenar uzunluklarını hesaplamak doğru değildir, yanlış sonuç verir. α açısının 10 grd. dan küçük olması halinde, bir kaç saniyelik açı hatası, kenarların birkaç metre, bazen çok daha fazla hatalı bulunmasına sebep olur. Yönetmelikler bir açısı 15 grd. dan daha küçük olan üçgenlerde sinüs teoreminin uygulanmasına izin vermezler. Yapılan açı ölçmelerine ve hesaplanan kenar uzunluklarına dayanılarak D noktasının koordinatları bulunabilir. Böylelikle D noktası, poligonun son noktası durumuna girer. A noktasından başlayan poligon, B noktası yerine D noktasına bağlanır. Aşağıdaki sayısal örnek konunun daha fazla açıklığa kavuşmasını sağlayacak niteliktedir.

SAYISAL ÖRNEK

4 nolu şekildeki A ve B nirengi noktalarının koordinatları ile, ölçülen açı ve uzunluklar şunlardır. D noktasının koordinatlarını bulunuz.

	<u>X</u>	<u>Y</u>	$\alpha = 18,774$
A	3247,65	2726,33	$\beta = 152,657$
B	3412,48	3817,62	$\gamma = 54,283$
			$\varphi = 127,225$
			DE = 75,85 m

Önce AB kenarının semt açısını bulalım

$$\begin{aligned} X_B &= 3412,48 & Y_B &= 3817,62 \\ X_A &= 3247,65 & Y_A &= 2726,33 \\ \Delta X &= 164,83 & \Delta Y &= 1091,29 \end{aligned}$$

bu değerler

$$\text{tg } S_{AB} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

formülüne uygulanarak

$$\log \Delta Y = \log 1091,29 = 3,037940$$

$$\log \Delta X = \log 164,83 = 2,217036$$

$$\log \operatorname{tg} S_{AB} = \quad = 0,820904$$

$$S_{AB} = 90,45 \ 65 \ \text{grd}$$

$$S_{BA} = 290,45 \ 65 \ \text{grd}$$

bulunur.

ε açısının hesabı :

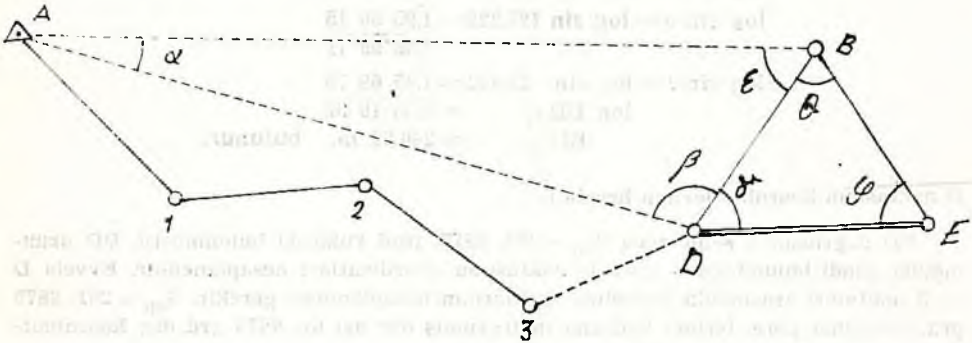
$$\alpha = 3,774 \ \text{grd}$$

$$\beta = 167,657 \ \text{grd}$$

$$\alpha + \beta = 171,431 \ \text{grd}$$

$$\varepsilon = 28,569 \ \text{grd}$$

$$\alpha + \beta + \varepsilon = 200,000 \ \text{grd}$$



ŞEKİL NO : 4

Yukarıda A ve B nirengi noktalarına bağlanan bir poligon görülmektedir. A nirengisi yerde B nirengisi ise ağaçtadır. B noktasındaki nirengi işaretinin altına teodolit kurulmamaktadır. B nirengisinin yerine geçmek üzere D noktası alınmıştır. D noktası B'nin yakınında ve yerdedir. D noktasından A ve B nirengi işaretleri görülmektedir. D noktasındaki β açısı A noktasındaki α açısı teodolit ile ölçülür, ε açısı hesapla bulunur. BD mesafesi arazide ölçülemezse E yardımcı noktası alınır. Şekildeki φ ve γ açıları ile DE mesafesi ölçülür. Bunlardan faydalanılarak BD uzunluğu hesapla bulunur. S_{BD} açısından ve BD uzunluğundan yararlanılarak D noktasının koordinatları hesaplanır.

BD kenarının semt açısının hesabı : şekilde görüldüğü üzere

$$S_{BD} = S_{BA} - \varepsilon$$

dir. Değerler yerlerine konulunca

$$S_{BD} = 290,4565 - 28,569 = 261,8875 \ \text{grd.} \ \text{bulunur.}$$

BD uzunluğunun hesabı :

BDE üçgeninde φ ve γ açıları ile DE kenarı ölçülmüştür. Sinüs teoreminden yararlanılarak BD uzunluğu bulunur.

θ açısının hesabı :

$$\begin{aligned}\gamma &= 54,283 \text{ grd} \\ \varphi &= 127,225 \text{ } \\ \gamma + \varphi &= 181,508 \text{ } \\ \theta &= 18,492 \text{ } \\ \gamma + \varphi + \theta &= 200,000 \text{ }\end{aligned}$$

Sinüs teoremi BDE üçgenine uygulanarak

$$\frac{BD}{\sin \varphi} = \frac{DE}{\sin \theta}$$

yazılır. Buradan

$\log BD = \log DE + \log \sin \varphi - \log \sin \theta$ bulunur. Değerler yerlerine konularak

$$\begin{aligned}\log DE &= \log 75,95 = 1,87 \ 99 \ 56 \\ \log \sin \varphi &= \log \sin 127,225 = \frac{1,95 \ 90 \ 15}{1,83 \ 99 \ 71} \\ -\log \sin \theta &= \log \sin 18,492 = \frac{1,45 \ 69 \ 79}{2,38 \ 19 \ 92} \\ \log BD &= 2,38 \ 19 \ 92 \\ BD &= 240,99 \text{ m. bulunur.}\end{aligned}$$

D noktasının koordinatlarının hesabı :

BD doğrusunun semt açısı $S_{BD} = 261, 8875$ grad yukarıda bulunmuştu. BD uzunluğunda şimdi bulunduğu göre D noktasının koordinatları hesaplanabilir. Evvela D ve B noktaları arasındaki koordinat farklarının hesaplanması gerekir. $S_{BD} = 261, 8875$ grd. olduğuna göre, birinci kadrana indirgenmiş dar açı $61, 8875$ grd.dir, koordinatlarının her ikisinde eksi işaretlidir.

$$\Delta X = BD \cos S_{BD}$$

formülü logaritmik olarak yazılır ve değerler yerlerine konulursa

$$\begin{aligned}\log BD &= \log 240,99 = 2,381992 \\ \log \cos S_{BD} &= \log \cos 61,8875 = \frac{1,750928}{2,132920} \\ \Delta X &= -135,81 \text{ m.}\end{aligned}$$

$$\Delta Y = BD \sin S_{BD}$$

formülü logaritmik olarak yazılır ve değerler yerlerine konulursa

$$\begin{aligned}\log BD &= \log 240,99 = 2,38 \ 19 \ 92 \\ \log \sin S_{BD} &= \log \sin 61,8875 = \frac{1,91 \ 70 \ 26}{2,29 \ 90 \ 18} \\ \Delta Y &= -199,08 \text{ m.}\end{aligned}$$

Bulunan koordinat farkları B noktasının koordinatlarına ilave edilerek D noktasının koordinatları bulunur.

$$X_D = X_B - \Delta X \text{ formülünden}$$

$$X_D = 3412,48 - 135,81 = 3276,67 \text{ bulunur.}$$

$$Y_D = Y_B - \Delta Y \text{ formülünden}$$

$$Y_D = 3817,62 - 199,08 = 3618,55 \text{ bulunur.}$$

Hesabın ve Ölçmelerin Kontrolü :

Topografyada her ölçmenin ve hesabın kontrolünün yapılması gerekir. Yukarıdaki ölçü ve hesaplarda, BD uzunluğu bir defa bulunmuş ve ona göre de D noktasının koordinatları hesaplanmıştır. Ölçmede de hesaplarda da bir hata bulunabilir. Bu durumda D noktası için bulunan koordinatlar hatalı olacaktır.

Ölçmede veya hesapta herhangi bir hatanın yapıp yapılmadığını kontrol etmek için çeşitli yöntemler uygulanabilir. Bu yöntemlerin bir kısmı geniş kapsamlıdır, ölçmelerin ve hesapların tamamını kontrol etmeye yarar. Bir kısmında dar kapsamlıdır, hesapların sadece bir bölümünü kontrol etmeye yarar.

4 nolu şekilde DE kenarı arazide ölçülmüş ve buna dayanılarak BD uzunluğu hesaplanmıştır. DE uzunluğuna dayanılarak BE uzunluğu bulunabilir. BD için bu şekilde bulunacak ikinci değer birinciye eşit olması gerekir. Bu eşitliğin sağlanması hesabın bir kısmının doğru olduğunu kanıtlar. Örneğin φ veya γ açılarından biri arazide hatalı ölçülmüşse, yapılacak bu kontrol hatayı meydana çıkaramaz. Açılar hatalı olduğu halde eşitlik sağlanır. Yani BD için bulunacak iki değer tamamen birbirinin aynı olur.

Geniş kapsamlı bir kontrol şu şekilde yapılabilir :

E noktasından ayrı olarak bir E' noktası alınır, DE' mesafesi ölçülür. Meydana gelen yeni γ' ve φ' açıları teodolitle ölçülür, θ' hesaplanır. BDE' üçgeninden yararlanılarak BD uzaklığı bir daha hesaplanır.

BD için bu şekilde bulunacak ikinci değer birinciye eşit çıkarsa, hem arazideki ölçülerin hem de hesapların doğru olduğuna karar verilir.

Hiç bir ölçü ve hesap kontrolsüz bırakılmamalıdır.

Yapılan bu hesaplar sonunda, ağaçtaki B nirengi noktasının yerini, yerdeki D noktası almaktadır. Poligon A noktasından başlayacak ve D noktasında son bulacaktır.

NİRENGİLERİN İKİSİNİN DE AĞAÇDA OLMASI DURUMU

Ölçülen poligonun bağlanacağı nirengi noktalarının her ikisinde ağaçta olabilir. Bu durumda ilk yapılacak iş, yukarıda «Poligonun Bağlanacağı Nirengi Noktasına Ait Bilgiler ve Değişmeler» bölümünde anlatılanların her iki nirengi için de yapılmasıdır. Ya eski ağaçların üzerine yeni nirengi işaretleri çakılacak, veyahut çevrelerinde yeni ağaçlar bulunacak, üzerlerine yeni işaretler çakılacak ve koordinatları hesaplanacaktır. Bu işler tamamlandıktan sonra, her iki nirengi de, işaretlerin altında (babanın düzeyinde) durularak karşıdaki nirengi görülmeye çalışılmalıdır. Bir kaç ağaç kesilerek veya budanarak bu olanak sağlanabilecekse, ağaçlar kesilmelidir. Böylelikle nirengi noktalarından birinde, yere teodolit kurularak karşı nirengiyi

gözleme ve bir açıyı ölçme olanağı sağlanmış olur. Bu durumda problem, yukardaki probleme, yani nirengilerden birinin yerde diğerinin ağaçta olması haline dönüştürülmüş olur. Bu olanak sağlanamadığı takdirde, nirengilere teodolit kurulmayacak ve buralardan herhangi bir ölçme yapılmayacak demektir.

4 nolu şekilde A noktasının yerde B noktasının ağaçta olduğu kabul edilmişti ve buna göre α açısının ölçülebildiği belirtilmişti. A noktası da ağaçta olunca, burayada teodolit kurulamayacak ve α açısı ölçülemeyecektir. Bu durumda problemin nasıl çözümlenebileceğini görelim.

4 nolu şekildeki α açısını ölçmediğimize göre, hespla bulma yollarını araştırmamız gerekir. α açısını hespla bulabilirsek, ölçmemekten doğan zararı gidermiş ve problemi bu şekilde sona erdirmiş oluruz. ABD üçgeninde sadece D noktasına teodolit kurulduğunu ve β açısının ölçüldüğünü düşünelim ve α açısını hesaplamaya çalışalım.

BD uzunluğunu BDE üçgeni yardımıyla bulduğumuzu ve BDE' üçgeni yardımı ile de kontrol ettiğimizi kabul ettiğimize göre, ABD üçgeninin 2 kenarı ile bir açısı bilinmektedir. Bilinen açı β , bilinen kenarlarda AB ile BD dir.

Büyük kenarın karşısındaki açı bilinmektedir. Bu durumda ABD üçgeni çözümlenebilir.

$$\frac{\sin \alpha}{BD} = \frac{\sin \beta}{AB}$$

formülünden

$$\sin \alpha = \frac{BD}{AB} \sin \beta \quad (9)$$

yazılır ve buradan α açısı hesaplanabilir.

Örnek olarak, yukardaki sayısal örnekte bulunan α açısını ölçmediğimizi varsayalım ve bunu hespla bulalım.

AB uzunluğu A ve B noktalarının koordinatları yardımıyla hesaplanabilir. AB uzunluğunun semt açısı yukarda hesaplanmış ve $S_{AB} = 90, 4565$ grad bulunmuştu. Aynı hesabın içerisinde $\Delta Y = 10, 91, 29$ m $\Delta X = 164, 83$ m olarak bulunmuştur. Bu değerler

$$AB = \frac{\Delta Y}{\sin S_{AB}} = \frac{\Delta X}{\cos S_{AB}}$$

formüllerine uygulanarak

$$\begin{aligned} \log \Delta Y &= \log 10, 91, 29 && = 3, 037940 \\ -\log \sin S_{AB} &= \log \sin 90,4565 && = 1, 995101 \\ & \log AB && = 3, 042839 \\ \log \Delta X &= \log 164,83 && = 2, 217036 \\ -\log \cos S_{AB} &= \frac{90,4565}{\log AB} && = 1, 174200 \\ & \log AB && = 3, 042836 \end{aligned}$$

ortalama değer

$$\log AB = 3, 04 28 38$$

$$AB = 1103,67 \text{ m} \quad \text{bulunur.}$$

Bulunan bu değer, yukarıdaki formülün logaritmik olarak yazılışı olan

$$\log \sin \alpha = \log BD + \log \sin \beta - \log AB$$

formülünde yerine konularak α açısı bulunabilir.

$$\log BD = \log 240,95 \quad = 2, 38 19 27$$

$$\log \sin \beta = \log \sin 167,657 \quad = 1, 68 70 55$$

$$\text{Toplam} \quad = 2, 06 89 82$$

$$\log AB = \log 1103,67 \quad = 3, 04 28 38$$

$$\log \sin \alpha \quad = 1, 02 61 44$$

$$\alpha \quad = 6, 77 40 \text{ grd.}$$

bulunur.

Hesapla bulunan bu α değerinin, arazide ölçme yapılarak bulunan α değerine tam anlamıyla eşit olduğu görülmektedir.

α açısı bu şekilde hesapla bulununca, ölçme yapılarak bulunan β açısına ilave edilir, bulunan toplam 200 gr'dan çıkarılarak ε açısı bulunur. Görüldüğü üzere problem, nirengi noktalarından birinin yerde olması durumuna dönüşmüş olmaktadır.

Yukarda α açısını arazide ölçer ve buna dayanarak BD kenarını hesaplırsak, çok hatalı bir değer elde ederiz. α açısının 15 gr'dan küçük olması halinde bu hesabın yapılmaması gerekir demiştik. Burada ise aynı hesabın tersini yapmaktayız. Yani BD kenarını ölçtük ve buna dayanarak α açısını hesaplamaktayız. Bu hesap doğru sonuç verir, hiç bir sakıncası yoktur.

Nirengilerin ikisinde ağaçta olması durumunu incelemeye başlarken, nirengilerden birinin düzeyine teodolit kurarak diğerinin gözlenmesi olanakları araştırılmıdır demiştik. Bu olanak sağlanabildiği takdirde, nirengilerden birinin yerde imiş gibi işlem görebileceğini belirtmiştik. Yukardaki hesaplar böyle bir olanağın bulunmadığı kabul edilerek yapılmıştır. A noktasında yere kurulacak teodolit, B ve D noktalarının her ikisinde görebilirse α açısı ölçülür. D noktasına kurulan Teodolit A noktasını görebildiğine göre, A noktasına kurulan teodolitin D noktasını görebilme olasılığı vardır, görmeme olasılığında vardır. A noktasının işareti ağaçtadır, D noktası yerdedir. A noktasında ağaçların altına kurulacak teodolitle görülme olasılığı vardır fakat azdır.

A noktasında kurulan teodolitle B noktasının görülemediğini, D noktasının görüldüğünü varsayalım. Poligon A noktasından başlayıp D noktasında sona ereceğine göre, yerdeki 2 noktaya bağlanan poligon gibi, gerekli ölçmeler ve hesaplar yapılabilir. A noktasına teodolit kurulduğu zaman D noktasından istikamet alınarak poligonun ilk açısı ölçülür. D noktasında da A dan istikamet alınarak, poligonun son açısı ölçülür.

A noktasından B ve D noktalarının her ikisinde görülmediğini varsayalım. D noktasından A noktası görülüyor, 4 nolu şekildeki β açısı ölçülebiliyor. Yukarda açıklanan nedenler bu görüşü engelliyor. Bu durumda yapılacak iş A noktasının yakınında, D noktasına benzer özellikte yeni bir noktanın alınmasıdır. 5 nolu şekilde görüldüğü üzere böyle bir nokta aranmış ve T noktası bulunmuştur. T noktası A nok-

tasını, B ve D noktalarından da en az birini görebilmektedir. D noktasının koordinatlarının bulunması için yapılan işlemler, aynen uygulanarak T noktasının koordinatları bulunur. T noktası poligonun noktası olursa, iş biraz kolaylaşır. Buna olanak bulunamazsa, T noktası poligonun dışında bir nokta olabilir. Aynı durum D noktası içinde söz konusudur.

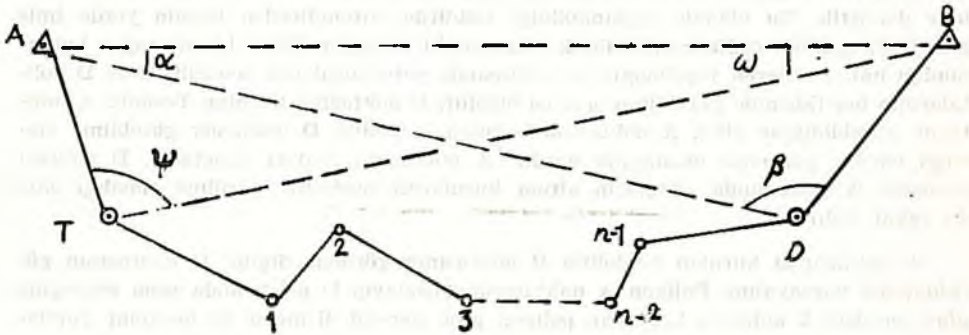
T ve D noktaları yerde, koordinatları bulunmuş yeni noktalar. Kurulacak poligon bunlara bağlanacaktır. T ve D noktaları birbirini görebiliyorsa, bu noktalara kurulacak teodolitler birbirinden istikamet alırlar. T ve D noktaları birbirini görmüyorsa, bu noktalara kurulacak teodolitler A ve B noktalarından istikamet alırlar. Başka nirengilerden de istikamet alabilirler.

5 nolu şekilde T noktasında ψ , D noktasında da β açıları ölçülmüş α ve ω açıları hesapla bulunmuştur. Poligon T ve D noktalarına bağlanmıştır.

NİRENGİLERİN İKİSİNİN DE AĞAÇTA OLMASI VE BİRBİRİNİ GÖRMEMESİ DURUMU

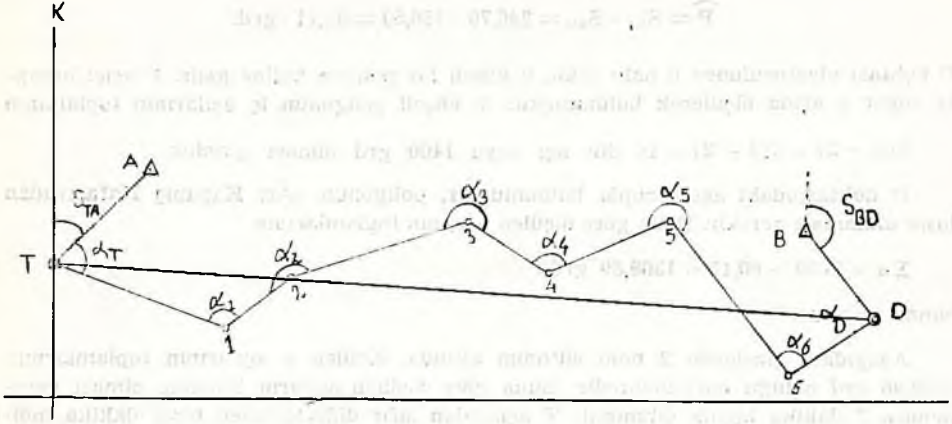
5 nolu şekildeki A ve B nirengilerinin her ikisinde ağaçta bulunduğunu, bu noktalara kule yapılırsa dahi birbirlerini göremeyeceğini varsayalım. A ve B noktalarının arasında bir set veya tepe bulunursa, bu iki noktanın birbirini görmesine olanak bulunamaz. A ve B noktalarına teodolit kurma olanağı varsa, birbirlerinden istikamet alımayacaklar, görebildikleri başka nirengilerden istikamet alacaklardır. A ve B noktalarının her ikisine de teodolit kurma olanağı yoksa, bu noktaların yakınlıklarında ve yerde alınacak T ve D noktalarının koordinatları, görebildikleri nirengilerden faydalanılarak hesaplanır. Poligon bu noktalara bağlanır.

Bu bağlamanın ve hesapların nasıl yapılacağını bir örnekle açıklanması faydalı olacaktır. 6 nolu şekilde, T ve D nirengi noktalarına bağlanan bir poligon görülmektedir. Bu noktalar A ve B nirengilerinin yakınında bulunmaktadır.



ŞEKİL NO : 5

Şekildeki A ve B nirengi noktaları ağaçlarda bulunmaktadır. Bu noktalardaki betonların üzerine teodolit kurulduğu zaman karşı noktalar görülememektedir. Bu sebeple şekildeki α ve ω açıları arazide ölçülememektedir. T ve D noktaları, orman sınır poligonunun üzerinde ve yerde bulunmaktadır. Bu noktalar birbirlerini görmemekte fakat A ve B noktalarını görmektedirler. Bu sebeple şekildeki ψ ve β açıları ölçülmüştür. AT ile BD uzaklıkları da ölçülmüş ve T ile D noktalarının koordinatları hesaplanmıştır. Şekildeki sınır poligonu T noktasından başlamakta ve D noktasında sona ermektedir.



ŞEKİL NO : 6

Şekildeki A ve B noktaları, ağaçlar üzerine yapılmış nirengi noktalarıdır. Bu noktalara teodolit kurularak ölçme yapma olanağı bulunmadığından, yakınlarında ve yerde bulunan T, D noktaları yapılmıştır. Bu noktalara teodolit kurularak şekildeki α_T ve α_D açıları ölçülmüştür. Orman sınır noktalarının bulunduğu poligon bu noktalara bağlanmıştır. Yazı içerisindeki çizelgede bu noktaların koordinatlarının hesaplanması bulunmaktadır.

A ve B noktaları, ağaç üzerindedirler. Bu noktaların altlarına kurulan teodolitlerle, karşılıklı ölçme yapılamamıştır. A ve B noktaları ölçülecek orman sınırının üzerinde bulunmamaktadır. A ve B nirengi noktalarının yakınında ve orman sınırı üzerinde noktalar aranmış, şekildeki T ve D noktaları bulunmuştur. Bu noktalardan A ve B noktalarıyla çevrede bulunan diğer nirengi noktaları gözlenmiş ve yukarıda açıklanan hesap yöntemleri uygulanarak koordinatları bulunmuştur.

Bulunan koordinatlar şöyledir.

	X	Y
T	587, 65	842, 24
D	478, 02	1928, 66

Bu koordinatlar hesaplanırken TA ve DB doğrularının uzunluklarıyla semt açıları da hesaplanmıştır. Bulunan semt açıları şöyledir.

$$S_{TA} = 46, 70 \text{ grd}$$

$$S_{BD} = 356, 59 \text{ '}$$

T noktasından başlanarak, orman sınırındaki bütün köşelere teodolit kurulmuş ve şekilde görülen α açıları ölçülmüştür. Bulunan değerler aşağıdaki cetvelin 2 nolu sütununa yazılmıştır. T ve D noktaları, A ve B noktaları gibi, birbirini görmediğinden karşılıklı ölçme yapılamamıştır. Poligon kapanmadığından, ölçülen açıların toplamının kaç olması gerektiği doğrudan doğruya hesaplanamaz. Bu hesap 2 şekilde yapılabilir.

1 — TA ve DB doğruları yukarıya doğru uzatılırsa, bir P noktasında kesişeceklerdir. P noktasındaki poligon açısı şu şekilde hesaplanabilir.

$$\widehat{P} = S_{AT} - S_{BD} = 246,70 - 156,59 = 90,11 \text{ grd.}$$

P noktası oluşturulunca 6 nolu şekil, 9 köşeli bir poligon haline gelir. P açısı hesapla, diğer 8 açıda ölçülerek bulunmuştur. 9 köşeli poligonun iç açılarının toplamının

$$2(n - 2) = 2(9 - 2) = 14 \text{ dik açı veya } 1400 \text{ grd olması gerekir.}$$

P noktasındaki açı hesapla bulunmuştur, poligonun «Açı Kapanış Hatası»ndan hisse almaması gerekir. Buna göre ölçülen 8 açının toplamlarının

$$\Sigma \alpha = 1400 - 90,11 = 1309,89 \text{ grd}$$

olması gerekir.

Aşağıdaki çizelgede 2 nolu sütunun altında, ölçülen α açılarının toplamlarının 1309,96 grd olduğu görülmektedir. Buna göre ölçülen açılar toplamı, olması gerekenden 7 dakika büyük çıkmıştır. T açısından sıfır değerlerinden birer dakika indirilmiş ve dengelenmiş açılar elde edilmiştir. 2 nolu sütunda parantez içindeki değerler, dengelenmiş açılarının dakikalarını göstermektedir. Örneğin 2 nolu noktada ölçülen açı 224,18 grd. dengelenmiş açı ise 224,17 grd. dir.

2 — Ölçülen açılar üzerinde herhangi bir düzeltme yapmadan, poligon kenarlarının semt açılarını hesaplamak istersek aşağıdaki formüllerden faydalanmamız gerekir. Şekilde görüldüğü üzere ölçülen açılar gidış yönünün solunda kalmaktadır. Buna göre kullanılacak formüller

$$S_{T1} = S_{AT} - 200 + \alpha_T + 400 K$$

$$S_{12} = S_{T1} - 200 + \alpha_1 + 400 K$$

$$S_{23} = S_{12} - 200 + \alpha_2 + 400 K$$

$$S_{34} = S_{23} - 200 + \alpha_3 + 400 K$$

$$S_{45} = S_{34} - 200 + \alpha_4 + 400 K$$

$$S_{56} = S_{45} - 200 + \alpha_5 + 400 K$$

$$S_{6D} = S_{56} - 200 + \alpha_6 + 400 K$$

$$S_{DB} = S_{6D} - 200 + \alpha_D + 400 K$$

Bu 8 formül toplanırsa, eşitliğin solunda sadece S_{DB} kalır. Eşitliklerin sağındaki birinci terimlerden de S_{AT} kalır. 2 nci terimlerin toplamı 200 ün 8 katını verir. 3 üncü terimlerin toplamı $\Sigma \alpha$ dir. Son terimlerin toplamı da 400 ün herhangi bir katıdır. 2 ve 4 üncü terimler birleştirilince 200 ün herhangi bir katı ortaya çıkar. Bunu 200 K şeklinde gösterebiliriz. Sonuç olarak yukarıdaki 8 denklemin toplamı olarak

$$S_{DB} = S_{AT} + \Sigma \alpha + 200 K \text{ bulunur. Buradan}$$

$$S_{DB} - S_{AT} = \Sigma \alpha + 200 K$$

yazılabilir. Bu eşitliğin sol tarafı, 1 inci düşünce şeklimizdeki P açısına eşittir. Sonuç olarak, 2 nci düşünce şeklinin, birinci ile aynı sonuca vardığı görülmektedir.

$S_{TA} = 46,70$ grd olduğu yukarıda belirtilmişti. Buna T noktasındaki dengelenmiş açı $\alpha_T = 75,51$ grd eklenince $S_{T1} = 122,21$ grd bulunur. Yukarıda açıklanan semt formülünden faydalanılarak, poligonun bütün kenarlarının semt açıları bulunmuş ve çizelgenin 3 nolu sütununa yazılmıştır.

6 nolu şekildeki poligonun köşe noktalarının koordinatların hesaplanışını gösteren çizelge

Nokta No	Kenar açısı (grd)	Semt Açısı S(grd)	Mesafe (m)	cos S sin S	x'	y'	x	y	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T	75,51	122,21	283,25	-0,34184 +0,93976	-7 -81,44	-5 223,90	-81,51	+223,85	587,65	842,24
1	(43) 136,44	58,64	116,22	+0,60493 +0,79628	-3 +70,31	-2 +92,54	+70,28	+92,52	506,14	1066,09
2	(17) 224,18	82,81	249,85	+0,26675 +0,96377	-7 +66,65	-5 +240,80	+66,58	+240,75	576,42	1158,61
3	(85) 257,86	140,66	127,62	-0,59614 +0,80288	-4 -76,08	-2 102,46	-76,12	+102,44	643,00	1399,35
4	(27) 136,28	76,93	178,54	+0,35450 +0,93506	-5 +63,29	-3 +166,94	+63,24	+166,91	568,88	1501,80
5	(62) 285,63	162,55	261,86	-0,83191 +0,55492	-7 -217,84	-5 +145,31	-217,91	+145,26	630,12	1668,71
6	(28) 104,29	68,83	132,27	+0,49778 +0,86731	-3 +65,84	-3 +114,72	+65,81	+114,69	412,21	1713,97
D	(76) 89,77	356,59			-375,36 +266,09 -109,27		-375,54 +265,91 -106,63		478,02	1928,66
$\Sigma\alpha$	1309,96		1304,61							

3 nolu sütunun sonunda $S_{6D} = 66,83$ grd olduğu görülmektedir. Bu değere ve $\alpha_D = 89,76$ açısına dayanılarak S_{DB} hesaplanmış

$$S_{DB} = S_{6D} - 200 \times \alpha_D + 400 K$$

$$S_{DB} = 66,83 - 200 + 89,76 + 400 K$$

$$S_{DB} = 356,59 \quad K = +1$$

bulunmuş

S_{DB} nin ilk değerinin aynen çıkması hesapların doğru yapıldığını göstermektedir.

Çizelgenin 4 nolu sütununa poligonun kenar uzunlukları yazılmıştır.

Çizelgenin 5 nolu sütunu 2 şer satırlık bölümlere ayrılmıştır. Her bölüm bir semt açısına aittir. Bölümün birinci satırına semt açısının kosinüsü, 2 nci satırına da sinüsü yazılmıştır. Burada, sinüs ve kosinüsün logaritmaları alınmamış, doğal değerleri alınmıştır.

Yersel yöntemle orman kadastro yapan komisyonların birçoğu, logaritme cetveli kullanmamakta, burada olduğu gibi trigonometrik değerlerle hesap yapmaktadırlar. Trigonometrik cetvel olarak da, «Ultragran» isimli cetvel kullanılmaktadırlar. Aşağıdaki çizelgede Ultragran kullanılmamış, trigonometrik değerleri verebilen küçük «Elektronik Hesap Makinesi» kullanılmıştır. Ultragrandan veya benzeri trigonometri cetvelinden alınan değerleri kenar uzunluklarıyla çarpmak için hesap makinesi kullanmak zorunluğu bulunmaktadır. Kullanılacak hesap makinesinin trigonometrik değerleri verebilecek özellikte olması fiyatını fazla arttırmamaktadır. Bu sebeple, koordinat hesabı yapan arkadaşlarımızın, trigonometrik değerleri verebilen küçük «Elektronik Hesap Makineleri» ni kullanmalarını öneriyoruz.

Aşağıdaki çizelgenin 3 üncü sütununda bulunan, semt açılarının kosinüsleri 5 nolu sütundaki bölümlerin birinci satırlarına, sinüsleride 2 nci satırlarına yazılmıştır. Kullandığımız küçük hesap makinesi sinüs ve kosinüslerin işaretlerini de vermektedir. Bu sebepten, semt açılarının kaçınıcı kadranda olduğunu düşünmeye ve birinci kadrana indirgemek için hesap yapmaya gerek duyulmamaktadır. Hesap makinesinin verdiği kosinüs ve sinüsler, işaretleriyle birlikte 5 nolu sütuna yazılmıştır.

5 nolu sütundaki bölümlerin birinci satırlarında bulunan kosinüsler, 4 nolu sütunda bulunan kenar uzunluklarıyla çarpılmış ve bulunan sonuçlar cm ye yuvarlanarak 6 nolu sütuna yazılmıştır. İşaretleri de konulmuştur.

5 nolu sütundaki bölümlerin 2 nci satırlarında bulunan sinüsler, 4 nolu sütundaki kenar uzunluklarıyla çarpılmış ve bulunan sonuçlar cm ye yuvarlanarak 7 nolu sütuna yazılmıştır.

6 nolu sütundaki değerler

$$x' = L \cos S \quad \text{formülü ile}$$

7 nolu sütundaki değerler de

$$y' = L \sin S \quad \text{formülü ile hesaplanmıştır.}$$

6 nolu sütundaki değerlerin cebrik toplamı $\Sigma x'$ nün, $\Delta X = X_D - X_T$ olması gerekir. Örneğimizde bu eşitlik sağlanamamıştır. 6 nolu sütunun aşağı kısmında $\Sigma x' = -109,27$ m. olduğu görülmektedir. ΔX ise

$$\Delta X = X_D - X_T = 478,02 - 587,65 = -109,63 \text{ m.}$$

dir. Arada

$$E_x = \Delta X - \Sigma x' = -109,63 - 109,27 = -0,36 \text{ m.}$$

fark bulunmaktadır.

Bu farkı kenar uzunluklarile doğru orantılı olarak, noktalara dağıtacağız.

Poligonun D ve T noktaları arasındaki toplam uzunluğu 4 nolu sütunun alt kısmında görüldüğü üzere $\Sigma L = 1304,61 \text{ m.}$ dir.

$\Sigma L = 1304,61 \text{ m}$ uzunlukda, $E_x = -0,36 \text{ m}$ veya -36 cm apsis hatası meydana geldiğine göre, bir m uzunluğa isabet eden apsis hatası

$$K_x = \frac{E_x}{\Sigma L} = \frac{-36}{1304,61} = -0,0275 \text{ 944 cm/m. olur.}$$

Bu değerler 4 nolu sütunda bulunan kenar uzunluklarile ayrı ayrı çarpılmış ve bulunan sonuçlar $cm.$ ye yuvarlandıktan sonra 6 ncı sütundaki değerlerin üzerlerine yazılmıştır. Bunlar apsis farklarının olacağı düzeltme payları d_x değerleridir. d_x değerlerinin toplamının $E_x = -36 \text{ cm.}$ ye eşit olması gerekir.

6 nolu sütundaki değerler yani x' değerleri üstlerindeki düzeltme payları d_x ler ile toplanmış ve bulunan sonuçlar 8 nolu sütuna yazılmışlardır. 8 nolu sütundaki değerlerin cebrik toplamının $E_x = -109,63 \text{ m.}$ ye eşit çıkması hesapların doğru yapıldığını göstermektedir.

7 nolu sütundaki değerlerin cebrik toplamı $\Sigma y'$ nün, $\Delta Y = Y_D - Y_T$ olması gerekir. Örneğimizde bu eşitlik de sağlanamamıştır. 7 nolu sütunun altında

$\Sigma y' = 1086,67 \text{ m.}$ olduğu görülmektedir. ΔY ise

$$\Delta Y = Y_D - Y_T = 1928,66 - 842,24 = 1086,42 \text{ m. dir. Arada}$$

$$E_y = \Delta Y - \Sigma y' = 1086,42 - 1086,67 = -0,25 \text{ m. fark bulunmaktadır.}$$

Bu farkı da kenar uzunluklarile doğru orantılı olarak, noktalara dağıtacağız.

$\Sigma L = 1304,61 \text{ m.}$ uzunlukda $E_y = -0,25 \text{ m.}$ veya -25 cm. ordinat hatası meydana geldiğine göre bir $m.$ uzunluğa isabet eden ordinat hatası

$$K_y = \frac{E_y}{\Sigma L} = \frac{-25}{1304,61} = 0,0191 \text{ 628 cm/m. olur.}$$

Bu değer 4 nolu sütunda bulunan kenar uzunluklarile ayrı ayrı çarpılmış ve bulunan sonuçlar $cm.$ ye yuvarlandıktan sonra 7 ncı sütundaki değerlerin üzerlerine yazılmıştır. Bunlar ordinat farklarının alacağı düzeltme payları d_y değerleridir. d_y değerlerinin toplamının $E_y = -25 \text{ cm.}$ ye eşit olması gerekir.

7 nolu sütundaki değerler yani y' değerleri üstlerindeki düzeltme payları d_y ler ile toplanmış ve bulunan sonuçlar 9 nolu sütuna yazılmışlardır. 9 nolu sütundaki değerlerin toplamının $E_y = 1086,42 \text{ m.}$ olması hesapların doğru yapıldığını göstermektedir.

Poligonun başlangıç noktası olan T noktasının apsisi bilinmektedir. $X_T = 587,65$ m. dir. Bu değere 8 nolu sütunda bulunan $x_1 = -81,51$ ilave edilerek 1 nolu noktanın apsisi $X_1 = 506,14$ m. bulunur. Aynı şekilde 8 nolu sütundaki değerler sırasıyla ilave edilmiş ve diğer Poligon noktalarının apsisi bulunarak 10 nolu sütuna yazılmıştır. Bu hesap sonunda 10 nolu sütunun altında görüldüğü üzere, son noktanın apsisi olarak $X_D = 478,02$ m. bulunmuştur. Bu değer D noktasının ilk verilen apsisine eşit çıkması, apsis ile ilgili hesapların tamamen doğru yapıldığını göstermektedir.

T noktasının ordinatı $T_T = 842,24$ m. olarak verilmiştir. Bu değere 9 nolu sütunda bulunan $y_1 = 223,85$ m. ilave edilerek 1 nolu noktanın ordinatı $Y_1 = 1066,09$ m. bulunmuş ve 11 nolu sütuna yazılmıştır. Aynı şekilde 9 nolu sütundaki değerler sırasıyla ilave edilmiş ve diğer poligon noktalarının ordinatları bulunmuş ve 11 nolu sütuna yazılmıştır. Hesap sonunda, 11 nolu sütunun altında görüldüğü üzere D noktasının ordinatı olarak $Y_D = 1928,66$ m. bulunmuştur. Bu değer D noktasının ilk verilen ordinatına eşit çıkması, ordinat hesaplarının tamamen doğru yapıldığını göstermektedir.

S O N U Ç

Yazımın başında da belirtildiği üzere ormanlık arazilerde yapılan nirengilerin, büyük çoğunluğu ağaç üzerlerine yapılmıştır. Bu nirengilerin betonları üzerine teodolit kurulduğu zaman, çoğunlukla diğer nirengiler görülemez. Bu durum, orman sınır noktalarının, ağaçlardaki nirengilere bağlanmasını güçleştirmektedir.

Ağaçtaki bir nirenginin beton üzerine teodolit kurulduğu zaman, çevredeki nirengilerden bir tanesi görülebiliyorsa, o nirengi yerdeki bir nirengi gibi kullanılabilir. Aksi halde, ağaçtaki nirenginin yerini alabilecek, bir yer nirengisinin yapılması gerekir. Poligonun bağlanacağı iki nirengiden birinin yerde diğerinin ağaçta olması halinde, sadece ağaçtaki nirenginin yerini alacak bir nirengi yapılır ve poligon yerdeki nirengi ile yeni yapılan nirengiye bağlanır.

Nirengilerin ikisinde ağaçta olması halinde, her iki nirenginin de yerini alacak birer yer nirengisi yapılır ve poligon bu yeni nirengilere bağlanır. Yukarıda yapılan açıklamalar ve sayısal örnekler her iki durumda da, ağaçlardaki nirengilerden yararlanılarak orman sınır poligonlarının kurulabileceğini kanıtlamaktadır. En olumsuz durum olarak, ağaçlardaki nirengilerin yerini alabilecek yer nirengilerini yapmaya elverişli küçük açıklıkların bulunmaması durumu ile karşılaşılabılır. Bu durumda da, ağaçtaki nirengilerin yerine birer kule kurmak ve kuleler üzerinde ölçü yapmak gerekir. Ağaçtaki nirengilerin, yerlerini alacak olan, yer nirengilerinin, orman sınırlarının üzerinde olması şart değildir. Olursa iş biraz daha kolaylaşır. 6 nolu şekildeki T ve D noktaları, orman sınırının üzerinde olmayabilir. Bu durum, hesaplarda herhangi bir değişikliği gerektirmez.

Orman sınırı üzerindeki veya yakınındaki herhangi bir açıklıktan, en az 3 nirengi noktası görünebiliyorsa, burada «geri kestirme yöntemi» uygulanarak bir nirengi noktası yapılabilir ve sınır poligonu bu noktaya bağlanabilir. 6 nolu şekildeki T veya D noktalarından biri, hatta ikisi «geriden kestirme yöntemi» ile kurulmuş nirengi noktası olabilir. Bu durum da poligon hesaplarında herhangi bir değişikliği gerektirmez. Burada, geriden kestirme yöntemile yapılacak nokta, nirengi noktası olacağı için açılarının bir veya iki saniyelik sikkhatle ölçülmesi gerekir. Ayrıca, geri kestirme yöntemi ile kurulacak nirengi noktasının, 3 den daha fazla nirengi noktası

gözlenerek kurulması olanakları araştırılmalıdır. 3 nokta gözlenerek kurulan nirengi noktasında, sadece koordinat hesapları yapılacak olursa, ölçmeler kontrolsüz kalmış olur. Diğer bir deyimle, 3 nirengiden faydalanılarak kurulan bir geri kestirme noktasının bir veya daha fazla açısı, arazide yanlış ölçülse koordinat hesabı yapılabilir ve çeşitli yönlerden bulunacak koordinat değerleri birbirinin aynı çıkar. Şayet geri kestirme noktası, 4 veya daha fazla nirengiden yararlanılarak kurulacak olursa, açılardan birinin yanlış ölçülmesi halinde, çeşitli yönlerden hesaplanacak koordinatlar birbirlerine eşit çıkmazlar. Böylelikle, açı ölçüleri de, koordinat hesapları da kontrol edilmiş olur.

Şayet bir geri kestirme noktasının, 3 nirengiye dayanılarak kurulması zorunlu ise ve daha fazla nirengi noktası görülemiyorsa, noktanın kotu görülen nirengi noktaları yardımıyla 3 defa hesaplanmalıdır. Bu 3 sonuç birbirine eşit veya çok yakın çıkarsa, koordinat hesaplarının ve ölçmelerin de doğru yapıldığı kanısına varılır.

Sonuç olarak, ormanlık arazide yapılan nirengilerin çoğunlukla ağaçlar üzerinde bulunması, poligonların bu nirengilere bağlanmasını engellemez. Ağaçlardaki nirengiler hangi özelliği taşırlarsa taşırsınlar, birbirlerine göre durumları her ne olursa olsun, daima poligonlar ve bu nirengilere bağlanabilirler.

Ö Z E T

Ormanlık arazide yapılan nirengi noktalarının büyük çoğunluğu ağaçlar üzerinde bulunur. Türkiye'de yapılan 1/25 000 ölçekli haritaların bir paftası yaklaşık olarak 150 Km² veya 15 000 hek. alanı kapsamaktadır. Bu kadar alana en az 30 tane nirengi yapılmıştır. Bunların 22 tanesi 4 üncü derecedir ve genellikle ağaçlar üzerinde bulunmaktadır. Ağaçdaki nirengilerin koordinatları Önden kestirme yöntemile bulunur. Ağaçdaki nirengilerin üzerine teodolit kurma olanağı yoktur. Ancak büyük masraflara girilerek, ağaçdaki nirengi kule haline getirilirse, üzerine teodolit kurulabilir.

Orman arazilerinde kurulan poligonların, nirengilere bağlanması zorunludur. Poligonların ağaçlardaki nirengilere bağlanması, yerdeki nirengiye bağlanması gibi kolay olmamaktadır. Bir çok güçlüklerle karşılaşmaktadır.

Buradaki yazıda karşılaşılan güçlüklerin neler olduğu ve nasıl çözümlenebileceği açıklanmaktadır.

4 nolu şekilde A ve B nirengi noktalarına bağlı bir poligon görülmektedir. B yakınında ve yerde D noktası seçilmiştir. Şekildeki α ve β açıları ölçülmüş ve ϵ hesaplanmıştır. BD mesafesi doğrudan doğruya veya BDE üçgeni yardımıyla hesaplanmıştır. BD kenarının semt açısından ve uzunluğundan yararlanılarak D noktasının koordinatları hesaplanır. Poligon A ve D noktaları arasına kurulur.

5 nolu şekildeki poligonun bağlandığı A ve B nirengilerinin her ikisi de ağaçtadır. 4 nolu şekildeki α açısını burada ölçme olanağı yoktur. α açısı burada hesaplanmaz, yalnız β ölçülür. A noktası yakınında T noktası, B noktası yakınında da D noktası seçilir ve koordinatları hesaplanır. T ve D noktalarının her ikisi de yerdedir Poligon bunlara bağlanır

Poligonun bağlandığı nirengi noktalarının birbirlerini görmeleri şart değildir.

Çevrelerindeki başka nirengileri görmeleri yeterlidir. 6 nolu şekilde birbirini görmeyen 2 nirengiye bağlı bir poligon görülmektedir. Bu poligonda köşe noktalarının koordinatlarının nasıl hesaplanacağı çizelge halinde gösterilmiştir.

Arazinin elverişli bulunduğu yerlerde, geri kestirme yöntemi ile yeni nirengi noktaları kurulabilir ve poligonlar bunlara bağlanır.

Orman arazisinde kurulan poligonların, ağaçlardaki nirengilere bağlanmasında karşılaşılabilecek bütün güçlükler yenilebilir. Ağaçlardaki nirengiler hangi özelliği taşırlarsa taşınsınlar, birbirlerine göre durumları her ne olursa olsun, daima poligonlar bu nirengilere bağlanabilirler.

SUMMARY

THE CALCULATION OF THE COORDINATE OF THE TRAVERSES, WHICH ARE CONNECTED TO THE TRIANGULATION POINTS ON THE TREES

Prof. Dr. T. TOKMANOĞLU

Abstract

In forest areas, most of the triangulation point are on trees. Standard maps are 1/25 000 in scale and 10 meter contour in Turkey. One sheet, covers aproximatly 150 Sq. Klm or 15 000 ha. There are 30 triangulation points in one sheet of which 22 are in the fourth degree, and the others are in higher degrees. Fourth degree points are mostly on trees. These are intersection points, and it is impossible to put the theodolite on these points. If we construct triangulation towers on these points, we can put the theodolite on them. The construction of triangulation tower is very expensive. From this reason, we can say that, the triangulation points on the trees are inaccessible points.

In forest areas, especially on the boundries we measures traverses and connect the triangulation points to each other, which are on the trees. There are some difficulties in the connection of the traverses to the triangulations points which are on trees. In this article, I tried to explain these difficulties and the way how this can be solved.

In figure 4, there are 2 triangulation points, one of them is on a tree and the other is on the ground. The point A is on the ground, theodolite can put on it and the angle α can be measured. The points B is on a tree, therefore theodolite can not put on his point. In this case, we can choose a new point D, near the point B, and calculate its coordinates. In this way the travers starts from the point A and connected to the point D instead of point B.

In figure 5, A and B are the triangulation points, and both of them are on trees. In this case α and ϵ angles can not be measured, but α can be determined by calculation now, we can choose new points D and T near the points A. and B. We can calculate the coordinates of the points D and T which are near the the points A and B. Travers starts from the points T and connected to the point D.

In figure 4 and 5, A and B Triangulation points can be seen from each other. This condition is not necessary, if these 2 points can not be seen from each other, since we can connect the travers to them.

In figure 6, the triangulation points of A and B can not be seen from each other. The calculation of the coordinates of the travers points, can depend on the azimuth of TA and BD. The table shows the result of the calculations of the coordinates.

In every case, the travers can be connected to the triangulation points which are on trees.

KAYNAKLAR

- A. BANNISTER and S. RAYMOND. *Surveying 4th edition pitman 1977.*
- A. BANNISTER and H. W. STEPKENSON. *Solution of problems in surveying and Field Astronomy. Pitman 1977.*
- ARAN M. *Haritacının El Kitabı I. Nirengi - Nivelman. Ankara, 1956.*
- AYTAÇ M. *Mimarlık Topografyası. Cilt I, İstanbul, 1968.*
- AYTAÇ M. *Tatbiki Topografya. İstanbul, 1968.*
- ERKİN K. *Topografya I. 1975.*
- ERSÖZ Z. *Topografya üçüncü cilt. İstanbul, 1961.*
- HOROLD FRANK BIRCHAL. *Modern Surveying For Civil Engineering 1965.*
- PHILIP KISSAM. *Surveying for civil Engineers. Mc Graw - Hill 1956.*
- SONGU G. *Ölçme Bilgisi. Cilt I, II. 1975, Ankara.*
- TANSUĞ B. *Ölçme Bilgisi Topoğrafya. 1960, İstanbul.*
- TOKMANOĞLU T. *Çözülmüş Geodezi problemleri. 1968, İstanbul.*
- YAŞAR S. *Mühendislikde Topoğrafya. Cilt I, II. 1956, İstanbul.*
- YURDAKUL A. R. *Ölçme Bilgisi. 1969, Ankara.*
- W. K. KILFARD. *Elementary Air Survey. 1977, Pitman.*
- W. H. RAYNER - MILTAN O. SCHMIDT. *Surveying Elementary and Advanced. D. Van Nostrand, 1957.*