

# ÖLÇME PROGRAMLARINDA SİSTEM ÇÖZÜMLER VE ÖPR

Doç. Dr. Doğan UÇAR  
Hans-Gerd RIEMER

## 1. GİRİŞ

Arazi bilgi sisteminin kurulmasına yönelik olarak gelişmiş ülkelerde masraflı çalışmalar halen yoğun biçimde sürdürülmektedir. Böyle bir sistemin bulunduracağı bilgilerin kazanılması için donanım ve yazılım açısından bir dizi bileşene gereksinim vardır. Temel yazılım bileşenlerinden biri de hiç şüphesiz değişik yöntem ve aletlerle yapılmış ölçmelerin değerlendirilmesini üstlenebilen, her hesaba ait yaptığı değerlendirmelerin sonucunu aynı bir nokta kütüğünde yönetebilen ölçme programlarıdır. Bu programlar kanımca bugün Türkiye'de rastlanmaya başlanan parça ve birbirleri ile ilişkisiz program birimleri şeklinde ele alınmamalıdır. Bu anlamda program paketi, olgunlaşmış sistem çözüm niteliklerinin tümünü bulundurmalıdır. Diğer bir deyişle sistem tarafından otomatik oluşturulması gereken nokta kütüğü, noktaların türü, noktanın koordinat ve yüksekliğinin kazanıldığı hesap türü, noktanın kütükte kaç kez değişikliğe uğratıldığı, yatay koordinatları, yükseklik, bunların presizyonu vb. bilgileri içererek, özellikle parsel bazlı kurulacak muhtemel arazi bilgi sisteminin nokta kütüğü görevini üstlenebilmelidir.

Bu çerçevede sizlere Federal Almanya Üniversitesi Topoğrafya ve kartoğrafya Enstitüsü'nde özel sektör işbirliği ile hazırlanmış ölçme programları (ÖPR) örneğinde, kadastro ve mühendislik ölçmeleri alanında karşılaşılan hesap karakterli haritacılık problemlerine sistem çözüm getiren paket programların taşınması gerekli özellikleri yansıtılmaya çalışılacaktır. Bilindiği gibi belli bir soruna sistem çözümler getiren yazılımlar pratikte rastlanan özel ayrıntı problemlere ve gelişen donanım teknolojisine paralel olarak sürekli iyileştirilmekte, yani dinamik bir yapı göstermektedirler. Alexander von Humboldt Vakfı bursiyeri olarak Bonn'da bulunduğum 18 aylık dönem içinde ÖPR'nin genişletilmesi ve geliştirilmesine benim de katkılarım oldu. Bu vesile ile Humboldt Vakfına ve adı geçen enstitüye samimi teşekkür borçlu olduğumu burada da vurgulamak isterim.

## 2. ÖPR'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ

ÖPR haritacılık alanında (kadastro, toprak oluşturulması, mühendislik ölçmeleri gibi) en sık karşılaşılan problemleri bir sistem bütünlüğü içinde çözen bir-

program kompleksidir. Eldeki ölçmelere bağlı olarak sistemde bulunan hangi hesap programı (modül) kullanılırsa kullanılsın noktaların ilgili sistemde koordinatları hesaplanmaktadır. Koordinatları hesaplanan her nokta bir nokta numarası (ya da arazi bilgi sistemine yönelik bir çalışma yapılıyorsa bir nokta tanıttıcı) altında ÖPR'de DORİ olarak isimlendirilmiş nokta kütüğüne kayıtlanmaktadır. DORİ bu anlamda sistemin veri bankası olarak da görülebilir. DORİ'deki bir noktaya yine nokta numarası üzerinden erişilmektedir. Sistem tarafından istenildiği takdirde DORİ'ye kayıtlanan bir noktaya ait daha önce sözü edilen bilgiler de aktarılmaktadır. DORİ nokta kütüğünde her bir proje için 1 000 000 (bir milyon) nokta saklanabilir.

ÖPR sistem programı iki ana parçadan oluşmaktadır:

- ÖPD (Ölçme Programları Diyalog versiyonu)
- ÖPB (Ölçme Programları Batch versiyonu)

ÖPD operatörün bilgisayar ile diyalog içinde hesapları yaptığı ve bu hesapların akışını her an kontrol altında tuttuğu ÖPR bileşenidir. Bu bileşen kullanılırken daha başlangıçta bir tuşa basılarak ismini operatörün serbestçe belirleyebildiği bir "koordinat kütüğü" otomatik üretilir.

ÖPB ise ÖPR'nin toplu işlem versiyonudur. ÖBP, daha önce diyalog halinde yapılan hesapların istenirse belli bir kesimi ya da tümünü kısa bir sürede tekrarlayarak tamamlar. ÖPB'nin kullanılması sırasında operatörün sisteme müdahalesi yalnızca programı başlatma aşamasında tekrarlanacak hesapların kodlarını girmekten ibarettir. Bu tekrar hesap işlemi için gerekli veriler (ölçme değerleri), ÖPB'nin kullanılması sırasında sistem tarafından yine otomatik üretilen sıralı bir Batch (toplu işlem) kütüğünden alınır. Toplu işlem kütüğü, hesapların yapılabilmesi için diyalog versiyonda sisteme veri olarak girilen ölçme değerlerini hesap kod numaraları altında şifreli olarak içermektedir.

ÖPB'nin sağladığı avantajlara ilgili bölümde daha sonra kısmen ayrıntılı olarak ayrıca değinilecektir.

ÖPR program sistemi içinde yer alan modüller aşağıda gösterilmiştir. Bu münferit hesap programları hem ÖPD ve hem de ÖPB bileşenlerinde eksiksiz bulunmaktadır.

- 1= Kordinat Girişi
- 2= Yan ve Ara Nokta Hesabı
- 3= Kutupsal Nokta Hesabı
- 4= Pisagor Kontrolü
- 5= Doğru Kesişme Noktası Hesapları
- 6= Üçgen Hesapları
- 7= Üçgen Yük. ve Yük. Ayağı Hesabı
- 8= Daire Yay Kestirmesi
- 9= Açıklık Açısı ve Uzunluk Hesabı
- 10= Alan Hesabı
- 11= Poligon Hesapları
- 12= Ortogonal Aplikasyon Elemanları
- 13= Koordinat Transformasyonu
- 14= Helmert Transformasyonu

- 15= İleriden Kestirme Hesabı
- 16= Geriden Kestirme Hesabı
- 17= Bir Hatta Ait Nokta Hesabı
- 18= Noktalar Aynı Doğru Üzerinde mi?
- 19= Koord. ve Kenarı Ekranda Görmek
- 20= Koordinatlar Dosyası
- 21= Nokta Silmek
- 22= Ara Uzunluk Kontrolü

- 30= Daire Yayını Aplikasyonu
- 31= Bir Noktadan Daireye Teğet
- 32= Daire/Doğru Kesişmesi
- 33= Daire Merkezi ve Yarıçap Hesabı
- 34= Sepet Eğrisi Aplikasyonu
- 35= Klotoit Aplikasyonu

- 40= Yeni Hesap Numarası Vermek
- 41= Nokta Tanıtıcısı Değiştirmek
- 42= Nokta Bilgilerini Değiştirmek
- 43= 2 Kez Hesaplanmayan Kutup. Noktalar
- 44= Başlık Verilerini Değiştirmek
- 45= Hesaplayan/Kontrol
- 46= Açıklama Metni Yazmak

- 50= Kilometrekare Numarası Oluşturmak
- 51= Nokta Numaralarını Gruplandırmak
- 52= Hata Sınırını Değiştirmek
- 53= Data Organizasyon Bilgilerini Görmek

ÖPR'nin genel yönetim modüllerinin ve hesap programlarının yazılımında donanımın ve sistem işletim programlarının sunduğu olanaklardan en optimal biçimde yararlanılmıştır. Bu nedenle sistemin her iki parçası ile de çalışmak son derece kolaydır. Olayı daha anlaşılır yapabilmek için bu kolaylıklara birkaç örnek vermek yararlı olacaktır.

Sistemde veri organizasyonu sıralı bir "Başlatma kütüğü" yardımıyla çözümlenmektedir. Hesaplarda kullanılacak hata sınır formüllerine (poligon dizilerindeki açı kapanma hatası, enine ve boyuna kapanma hataları, poligon kenarlarının iki defa ölçülmesi durumunda iki ölçü arasındaki fark vb.) ait parametrelerin yönetmeliklerde öngörülen biçimde değiştirilmesi, nokta numaralamasının düzeni, yüksekliklerin hesaplanıp hesaplanmayacağı, hesaplanacaksa hangi değere kadar hesaplanacağı, koordinatların cm ya da mm cinsinde mi hesaplanacağı, çıkış sayfası başlıklarının işin ait olduğu kuruma göre düzenlenmesi vb. işler sistemde veri organizasyonu kapsamında ele alınmaktadır. Başlatma kütüğünün düzenlenmesi 2 ya da 3 dakika gibi kısa bir sürede tamamlanabilmektedir.

ÖPR, ölçme problemlerinin özellikleri göz önünde bulundurularak uygulamada karşılaşılan her tür seçeneğe çözüm getirecek biçimde hazırlanmıştır. Münferit modüller bir otomasyon zinciri içinde sorunsuzca veri alış-verişinde bulunabilmektedir. Bu konudaki imkanlara sonraki bölümlerde kısa olarak ayrıca değinilecektir.

ÖPR de üretilen hataların başka sistemlerde kullanılmak üzere onlara aktarılması olanağı da getirilmiştir. Bu amaçla sisteme KSR adı altında başka bir bişelen daha eklenmektedir. KSR ile ÖPR de üretilen rastgele erişimli nokta kütüğündeki bilgiler istenilen formatda sıralı bir kütüğe kayıtlanır. KSR'den tersi işlemi yapmak, yani başka sistemlerin formatında sıralı kütüklere aktarılmış bilgileri ÖPR formatına çevrilip kullanılmasını sağlamak için de yararlanılabilir.

### 3. ÖPD-ÖPR SİSTEMİNİN DİYALOG VERSİYONU

Daha önce belirtildiği gibi, ÖPD, ÖPR sistem çözümünün hesapların bilgisayar ile diyalog içinde yürütüldüğü parçasıdır. Sistemde yer alan ve bir önceki başlık altında verilen modüller pratikte karşılaşılabilecek her seçeneğe çözüm getirecek biçimde programlanmıştır. Örneğin poligon hesapları modülünde

- iki tarafından bağlı diziler,
- tek tarafından bağlı, diğer tarafından açık diziler,
- iki tarafından açık diziler,
- kapalı poligon dizileri ve

- kör poligon dizileri hesaplanabilmektedir. Dizi başlangıç ve son noktasında birden fazla doğrultu bağlantısı varsa abris hesaplanmakta, girişi yapılmış veriler bir hata saptandığı takdirde teker teker değiştirilebilmekte, girişi unutulmuş bir noktadaki ölçmeler sonradan diziye veri olarak eklenebilmekte, abrislere ilaveler yapılabilmektedir. Koordinat ve açılı kapanma hataları isteğe bağlı olarak yapılmakta, poligonların eğik kenar uzunlukları kullanılan aletin sisteme entegre edilmiş bir alet kütüğünde kayıtlı kalibrasyon değerlerine göre düzeltilmekte ve girilen düşey açılara göre yataya indirgenmektedir. Bütün bu işler birer tuş basımlık komutlarla sistem tarafından çözümlendikten sonra hesaba, ileri ve geri indirgenmiş kenar ortalaması katılmaktadır. Yatay açılı istenirse değer olarak, istenirse ileri ve geri doğrultu okuması biçiminde girilebilmektedir.

Bütün bu işlemlerin sisteme yaptırılması kolay anlaşılır bir diyalog içinde geçerli opsiyonların yalnızca klavyenin GİRİŞ tuşuna bir defa basılması suretiyle değiştirilerek gerçekleştirilmektedir. Ekranda operatöre hesabın her adımında yalnızca mesleki açıdan mümkün olan seçenekler sunulmakta ve yapılan hesap için bir hesap numarası kendiliğinden verilerek ilgili hesapların bu numara altında çıkışları alınmaktadır. Normal olarak her çıkış sayfası ilgili öngörülen başlık bölümünü içermektedir. İstenirse başlıksız çıkış da alınabilmektedir. Çıkışlarda hem ilgili hesaba veri olarak girilen hem de hesaplanan değerler gönderildiğinden ve çıkışların bol yazılı açıklama içermesinden dolayı anlaşılabilirliği tamamen sorunsuzdur.

Diyaloga kolaylık kazandıran bir özellik de maske tekniğidir. Bu teknik gelişmiş alfa-numeric ekranların donanımsal açıdan sunduğu bir imkandır. Bu olanağın yararlanarak diyalogda ekran üç yatay bölgeye ayrılmakta ve böylece opera-

törün hesaba ayrılan kesimde verilere konsantre olması sağlanmaktadır. Hesap sırasında ekranın yalnızca girilecek veriye yeterli olan küçük bir satır kesimi değişmektedir. İlgili hesap açısından mantuksal olarak geçersiz bir değer girildiğinde operatör sesli olarak uyarılarak geçerli yeni değeri girmesi sağlanmaktadır. Geçersiz değer yazılıp sisteme girilse bile bu değer hesaba katılmamakta, yani reddedilmektedir. ÖPR'nin her bir hesaba getirdiği seçenek türünlüğüne rağmen daha bir dizi kolaylık ve diyalogun açıklığı nedeniyle operatör sisteme birkaç gün gibi kısa bir süre içinde uyum sağlayabilmektedir.

#### 4- ÖPB-ÖPR SİSTEMİNİN BATCH (TOPLU İŞLEM) VERSİYONU

ÖPR'ye özellik kazandıran bir başka yanı, interaktif yürütülmüş hesapları istendiği takdirde baştan sona ya da parça hesaplar haline kendiliğinden tekrarlayabilmesidir. Bu amaçla ÖPD ile çalışılırken sistem tarafından otomatik olarak Batch sistemde işlenebilen bir sıralı veri kütüğünün üretildiği daha önce belirtilmişti. ÖPD'de yapılan herhangi bir hesapda ölçme yanlışlığından ya da operatörün dikkatsizliğinden kaynaklanan bir veri hatası tesbit edilirse bu hatalı değer toplu işlem (birikim) kütüğünde doğru değer olarak ekranda düzeltilir. Bu durumda istenirse hatadan etkilendiği düşünülen hesaplar ya da hesapların tümü ÖPB icra edilerek tekrarlanır. Yeni hesap çıkışları ÖPR nin standard çıkış düzenine göre hazırlanarak teks kütüğüne kayıtlıdır.

ÖPB bileşenin ÖPR sistem çözümüne getirdiği zenginlikler aşağıdaki biçimde özetlenebilir:

- Giriş koordinatlarının ya da giriş değerlerinden (kenar uzunlukları, yatay açılar, düşey açılar, alet yükseklikleri vb.) birinin değiştirilmesi durumunda bile o ana kadar yapılmış olan hesapların istenilen bölümünün tekrarlatılabilmesi,
- Batch kütüğündeki hatalı ölçme değerlerinin düzeltilerek ölçme ve hesap hatalarının kolaylıkla ortadan kaldırılması,
- ÖPD ile çalışma sırasında ölçme değerlerinde bir hata saptanması durumunda bu değere bağlı diğer hesapların bekletilmeyerek korkusuzca sürdürülebilmesi,
- Hesap çıkışlarında hatalı hesaplar +++ işareti ile belirtilmektedir. Bu hesaplarla ait veriler arzu edilirse toplu işlem kütüğünden çıkarılarak diğer hesapların tekrarlatılabilmesi.

#### 5- ÖPR'İNİN NOKTA KÜTÜĞÜ YÖNTEMİ (DORİ)

ÖPD icra edilirken "Koordinat Girişi" modülü ile ilk girilen noktalar (normal olarak bu noktalar nirengi noktalarıdır) tüm özellikleri ile sistem tarafından operatörün serbestçe verebildiği bir isim altında açılan "Nokta kütüğüne" kayıtlıdır. Rastgele (direk) erişimli bu kütükte 1 000 000 (bir milyon) nokta saklanabilmektedir. Daha sonra diğer modüllerle hesaplanan noktalar kendilerine ait bilgilerle (nokta numarası, nokta türü, değişiklik tanıtıcı, hesap numarası, çizim signatürü, hesap türü, koordinatların kaç hesabın ortalaması olduğu, yüksekliği) beraber yine nokta kütüğüne kayıtlıdır. Yapılacak bir hesap için gerekli ve daha önce veri olarak giril-

miş ya da hesaplanmış bir nokta, nokta numarası (ya da nokta tanıttıcı) üzerinden çağrılır. Nokta kütüğünün bu ve benzer işlemlerini düzenleyen sistem ÖPR'de "DORİ" olarak adlandırılmıştır.

DORİ ile nokta yönetimi isteğe bağlı olarak değişik biçimlerde organize edilebilmektedir. Nokta kütüğünün yönetim biçimi başlatma kütüğündeki ilgili parametrelerin kullanıcı tarafından tanımlanması suretiyle büyük oranda belirlenmiş olmaktadır.

DORİ'nin bir dizi kontrol fonksiyonu da vardır. Örneğin nokta kütüğünde yer alan bir nokta şu veya bu hesap modülü ile tekrar hesaplandığında DORİ eski ve yeni bilgileri karşılaştırır. Uyuşumsuzlukları (örneğin nokta türündeki, koordinat yada yükseklikteki gibi) ekranda seslede uyararak duyurur. Operatör gerekli müdahaleyi yapar. Örneğin koordinatlar konusunda, isterse eski değerlerin (yeni hesabı hiç dikkate almayarak), isterse son hesaplanan değerlerin ya da eski ve yeni değerlerin ortalamasının alınmasını isteyebilir. Hatta bir başka seçenek olarak son hesabı yeni verilerle tekrarlatılabilir. Ortalamasının alınması istendiğinde sistem ağırlıklı ortalamayı hesaplar ve bu değer ilgili noktanın yeni koordinatı olarak nokta kütüğüne aktarılır. Kayıtlanan yeni değer ve eski değer olayın izlenebilmesi için hesap çıkış protokollarında da açık olarak gösterilir.

## 6- ÖPR SİSTEM ÇÖZÜMÜNÜN GENİŞLETİLMESİ OLANAKLARI

Sistem çözümlerden beklenen bir özellik de onların başka program bileşenleri ile genişletebilmesidir. Olay bu çerçevede ele alındığında ÖPR ye başka programlar yanısıra aşağıda öz olarak verilen program bileşenlerinin de kolayca entegre edilebilir olması, onun sistem çözüm özelliğini daha iyi ortaya koyacaktır.

### 6.1- ÖPR-H -ÖPR nin Yükseklik Opsiyonu

ÖPR-H yatay koordinatlar yanısıra yüksekliklerin de hesaplanıp nokta kütüğüne kayıtlanmasını sağlar. Böylece poligon hesapları ve kutupsal nokta hesabı modüllerinde nokta yükseklikleri de (ilgili ölçmeler veri olarak girilirse) hesaplanmaktadır. ÖPR-H ayrıca diyagramlı takeometre ile ölçülen kutupsal noktaların da koordinat ve yüksekliklerinin hesaplandığı "Diyagramlı Takeometre Ölçmelerini Değerlendirme" modülü içermektedir.

### 6.2- ETÖP -Elektronik Takeometre Ölçmeleri Değerlendirme Programı

ETÖP, elektronik takeometre ölçmelerini tamamen bilgisayar destekli değerlendiren bir sistemdir. Elektronik takeometre ile yapılmış nirengi ölçmeleri, poligon ölçmeleri ve kutupsal nokta ölçmeleri ilgili ÖPR modüllerinde otomatik değerlendirilecek duruma getirilir. Nirengi Ölçmelerinden yararlanılarak dengelemeye hazırlanan değerler daha sonra yine sistemle bütünleşik olarak çalışan başka bir programla (GNA -Jeodezik Ağ Dengeleme Programı) dengelenir. Poligon ölçmeleri

ve kutupsal nokta ölçmeleri ise ÖPR de kullanılacak bir biçimde düzenlenir ve sıralı kütüklere kayıtlanır. Kütüklere kayıtlı bu ölçmeler ÖPB icra edilerek değerlendirilir. Ölçmelerin hesaba hazırlanması öz olarak aşağıdaki işlemlerden oluşmaktadır:

- Alet hatalarından, meteorolojik koşullardan, kalibrasyon değerlerinden kaynaklanan düzeltmelerin yapılması,
- Seriler ortalaması ve genel ortalamasının alınması,
- Değerlendirmeye hazır hale getirilmiş ölçmelerin yatay kenarlarla birlikte en düşük numaralı istasyon noktasından başlayarak artan düzende sıralı bir kütüğe kayıtlanması.

ETÖP yapılan hesapların sürekli operatörün kontrolü altında kalmasını sağlamak amacıyla bir dizi sıralı kütük daha üretir. Bunlardan birisi örneğin hata kütüğüdür. Bu kütükteki hata mesajları incelenerek gerekli görülen müdahale yapıldıktan sonra hesaplar tekrarlatılabilir.

### 6.3- RTS

Değişik marka elektronik takeometrelerle yapılmış ölçmeleri ETÖP ile işlenecek formata çevirmek için kullanılan bir programdır. RTS ile halen ZEISS DAC 100 ve REC 500, WILD GRE 3, KERN ALPHACORD PC-1350 elektronik takemetreleri ile yapılmış ölçmeler ETÖP formatına çevrilebilmektedir.

### 6.4- GNA -Jeodezik Ağ Dengeleme Programı

Açı ve kenar ölçmelerinden yararlanarak endirek ölçmeler yöntemine göre nirengi ağı dengelemesi yapan bir programdır. Dengeleme için gerekli yaklaşık koordinatlar program tarafından otomatik hesaplanır. GNA ile hesaplanan nirengi koordinat değerleri ÖPR ya da ETÖP'e aktarılarak rahatlıkla kullanılabilir.