

YERSEL FOTOGRAMETRİK YÖNTEMİN  
AÇIK KÖMÜR İŞLETMELERİNDE UYGULANMASI VE BİR ÖRNEK

Burhan TANSUĞ  
Ayhan ALKIŞ\*  
Müfit ALPMEN  
Hayrettin GÖRBÜZ  
Erdoğan ÖRÖKLO  
Abdullah PEKTEKİN

## 1. GİRİŞ

Bilindiği gibi fotogrametrik yöntemler, günümüzde birçok ülkede madencilikte yerüstü ölçmelerinde 1/500 ve daha büyük ölçekli topoğrafik harita ve planların yapımı, plan ve kesitlerin çıkarılması, üretim ve dekapaj miktarlarının belirlenmesi, periyodik işletme kontrol ölçmelerinin yapılması, kayma ve göçüklerin izlenmesinde başarıyla uygulanmaktadır.

19. yüzyıl sonlarından itibaren Doğu ve Batı Almanya, Rusya, Polonya ve Avusturya'da geniş çapta uygulama alanı bulan fotogrametrik yöntemler özellikle 1950 lerden sonra; fotogrametrik alet yapımı, alım ve değerlendirme tekniğindeki gelişmelere paralel olarak uygulamada artan bir hız ve ekonomik boyutlar kazanmıştır.

Türkiye'deki ilk uygulamalar 1924/1925 yıllarında yabancı firmalar tarafından başlatılmış olup daha sonraları Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) aracılığıyla 1940 yıllarına dek sürdürülmüştür. Ancak bu alanda günümüze dek son yıllarda yapılan bir çalışma /1/ dışında uygulama ve araştırmalara rastlanamamaktadır.

Bu makalede, yersel fotogrametrik yöntemle 1/500 ölçekli harita ve plan-kotelerin yapımı ve buna dayalı dekapaj miktarlarının saptanmasına yönelik çalışmalardan söz edilmektedir. Bu arada varılan sonuçlar ve edilen deneyimlerin ışığında ülke koşulları ve gereksinimleri açısından bir değerlendirme yapılarak, fotogrametrik yöntemin yaygın biçimde uygulanması konusunda yöntem ve organizasyon yönünden önerilere de yer verilmektedir.

## 2. ALIŞILMIŞ YÖNTEMLERLE UYGULAMALAR

Ülkemizde tüm açık kömür işletmelerinde dekapaj ve üretim miktarının hesabı

---

\* Raportör

için alışılmış yöntemlerle (dik koordinat, takeometre ve nivelman) plankote yapılmaktadır. Jeodezik ölçmeler, ocağın çevresinde dekapaj ve döküm alanları dışında kalan bakir arazide seçilen bir (gereğinde daha fazla) baz sisteminde yapılmaktadır. İşletme alanının plankotesi, baza dik doğrultuda belli aralıkta (10 m) alınan kesitlerin ölçülmesi suretiyle çıkarılmaktadır. Her kesit doğrusu üzerinde bulunan detay noktalarının konumları, baz sisteminde dik koordinatlarıyla yükseklikleri de takeometrik yükseklik ölçmeleri ya da nivelman yöntemiyle yapılmaktadır.

Plankote çiziminde 1:2500 ve daha büyük ölçekli harita ve planların yapımına ilişkin teknik yönetmelik uygulanmakta, iki sitüasyon arasındaki dekapaj (hacim farkı) Gauss Yöntemine göre hesaplanmaktadır.

Sonuç olarak alışılmış yöntemler :

- \* Dekapaj hesabına temel oluşturan detay noktalarının dağılım ve yoğunluk bakımından topoğrafik yapının alımında yetersiz kalışı,
- \* Uygulamada yapılan hataların sonradan düzeltilmesindeki güçlükler,
- \* Kurum açısından gerekli kontrollerin yapılması, hakedişlerin zamanında ve doğru olarak ödenmesinde sorunlar ve darboğazlar yaratmıştır.

Bu nedenlerle alışılmış yöntemlere alternatif olarak fotogrametrik uygulamalara geçilmesi ilgili kurumca (TKİ) benimsenmiş bulunmaktadır.

### 3. FOTOGRAMETRİK BİR UYGULAMA

Türkiye Kömür İşletmelerinin (TKİ), Yıldız ve Selçuk Üniversiteleriyle işbirliği sonucu fotogrametrik yöntemlerin açık kömür işletmelerinde uygulanmasına yönelik çalışmalar güncellik kazanmıştır. Uygulama alanı olarak, ulaşım, iklim ve çevre koşullarının güçlüğüne karşın Güneydoğu Anadolu Linyitleri (GAL) Müessesesi Şırnak Açık Kömür İşletmelerinde henüz üretim yapılan Şırnak 1 ve 3-4 ocakları seçilmiştir. İlk bakışta iyi bir işletmecilik örneği vermeyen söz konusu ocaklarda yapılan yersel fotogrametrik uygulamalarda, yer teslim plankotesine göre dekapaj miktarlarının saptanması amaçlanmıştır. Önceden klasik yöntemle yapılan ölçmelerin belgesel verilere dayalı olmaması nedeniyle TKİ ile müteahhit arasındaki anlaşmazlıkların çözümüne de belgesel bir kanıt oluşturması bakımından ilgi çekici bir çalışma olmuştur.

Aşağıda yaklaşık 30 ha büyüklüğündeki 1 nolu ocağa ilişkin alım ve değerlendirme çalışmalarından söz edilecektir.

## a. Yersel Fotogrametrik Alım

### (1) Hazırlık ve Planlama

Hazırlık ve planlama çalışmaları bilfiil arazide yapılmıştır. Fotogrametrik alım ve değerlendirme için gerekli ;

#### Baz Noktaları

- \* Ocağın bütünü boşluksuz, bindirmeli ve kontrollu biçimde kapsayacak şekilde seçilmiştir.
- \* Müteakip sitüasyon alımlarında da kullanılabilir biçimde alt tesisleri yapılmıştır.
- \* Baz oranı olarak 1/10 uygun görülmüştür.

#### Yer Kontrol Noktaları

- \* Her model için ortalama 5 (ön ve arka planda ikişer, ortalarda 1),
- \* Ortak model alanlarında,
- \* Dik şevlerde de altta ve üstte

olmak üzere seçilmiştir. Tüm noktaların alt tesisleri, üzerine işaretlerin kolayca yerleştirilmesine uygun biçimde yapılmıştır.

### (2) İşaretleme

Baz, yer kontrol ve jeodezik noktalar 40 ya da 60 cm büyüklüğünde kare şeklindeki siyah-beyaz levhalarla işaretlenmiştir. İşaretler uygun şekilde seçilmiş demirlere monte edildiğinden her alım doğrultusunda yönlendirilmesi sağlanmıştır. Yanlışlıklara neden olmaması için işaret yükseklikleri eşit şekilde alınmaya çalışılmıştır.

### (3) Alım

Alımda 100 mm odak uzaklıklı 13 cm X 18 cm resim boyutlu Universal Alım Kamerası UMK kullanılmıştır. Toplam 10 resim çiftinin alımı (1'i hariç tamamı) normal alım durumunda yapılmıştır. Cam altlık olarak Orwo Firmasının siyah - beyaz, Perutz Firmasının pankoramatik camları kullanılmıştır. Fotoğrafik çalışmalar alım sonrası, arazi dönüşü mahallinde yapılmıştır.

### (4) Jeodezik Ölçmeler

Ölçmelerde elektronik mesafe ölçer Distomat 10 kullanılmıştır. Öncelikle yeniden tesis olunan nirengi ve kestirmeler yardımıyla tüm ölçmeler ülke ni-

rengi sistemine indirgenmiştir. Baz ve yer kontrol noktalarının (toplam 50 nokta) konumu; açı ve mesafe ölçmeleriyle, yüksekliği; trigonometrik yükseklik ölçmeleriyle  $\pm 4$  cm incelikte saptanmıştır. Söz konusu ocaktaki alım çalışmaları 4 iş gününde tamamlanmıştır.

## b. Değerlendirme

Değerlendirme çalışmaları TOPOCART D değerlendirme aletinde yapılmıştır. Değerlendirme 1/500 ölçeğinde, boyut değiştirmeyen çizim folyesi üzerine yapılmıştır.

### (1) Fotogrametrik Plankote Çizimi

Fotogrametrik plankote çiziminde, dekapaj miktarlarının hesabı için alışılmış yöntemlerle alınan yer teslim plankotesinin kesitlerine bağlı kalınmıştır. 10 m de bir alınan kesitler üzerinde eğimi değişen her noktada konum, yükseklik ölçmeleri yapılmış, modellerin ortak alanlarındaki bindirmelerle ayrıca kontrol ve bağlantı sağlanmıştır.

### (2) Dekapaj Miktarlarının Hesabı

Alışılmış yöntemlerle yapılan yer teslim plankotesine dayalı dekapaj miktarları bilinen Gauss Yöntemine göre hazırlanan programla kontrollu olarak hesaplanmıştır. Bu arada yer teslim plankotesinde sınır ve kesitlerin kesim noktalarının değerleri grafik dönüşümlerle alınabilmiştir. Hesap sonucu kesit alanlarında görülen uyumsuzluklar nedeniyle yer teslim plankotesi kontrol edilmiş, bu arada rastlanan kaba hatalar hesap dışı bırakılmıştır.

Elde edilen sonuçların nesnel ölçütlere göre doğruluğu tartışılmış ve sonuçta dekapaj miktarlarının hesabı için temel alınan, alışılmış yöntemle yapılan plankotenin :

- \* Ocağın özellikle dik ve ters şev bölgelerinin topoğrafik detayları klasik yöntemlerle ölçülemediği ve bu nedenle yetersiz veri yoğunluğundan ve ölçme inceliğinden kaynaklanan yapay hacimler olduğu ve bu durumun sonuçları büyük ölçüde etkilediği,
- \* Bu nedenle dekapaj hesabı yönünden daha sağlıklı sonuçlara ulaşılabilmesi olanaksız olduğundan bundan böyle fotogrametrik plankotenin temel alınması gerektiği kanısına varılmıştır.

#### 4. KARŞILAŞTIRMA

Söz konusu uygulamada fotogrametrik çalışmalara paralel olarak klasik ölçmeler yapılmadığı için elde edilen sonuçlara göre yöntemlerin hassasiyet ve ekonomi yönünden karşılaştırması yapılamamıştır. Daha sonraki çalışmalarda seçilecek test alanında karşılaştırmalı bir uygulama yapılması düşünülmektedir.

Ancak amaç, açık işletmelerde üretilen kömür ve bu arada çıkarılan toprak miktarlarının kısa sürede ve yeterli bir hassasiyette saptanması olduğundan, uzun süreli planlama çalışmaları ve müteahhit hakedişlerinin zamanında hesaplanması gibi gereksinimler modern yöntemlerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

Bilindiği gibi aylık periyotlarla yapılması gereken ölçmeler TKİ'nin tüm müesseselerinde alışılmış klasik yöntemlerle yapılmaktadır. Ölçmelerde teodolit-takeometreler, son zamanlarda elektronik uzunluk ölçerler, nivo ve çelik şeritler kullanılmaktadır. Aletsel donatı yönünden yatırımların az oluşuna karşın arazi çalışmaları uzun ve masraflı bir çalışmayı gerektirmektedir. Ayrıca değişen çevre koşulları, süren kazı çalışmaları nedeniyle belirli bir zamandaki sitüasyonun kapsanması hemen hemen olanaksız olmaktadır.

Buna karşın aletsel yatırımlar yönünden pahalı sayılabilecek fotogrametrik yöntemin uygulanması, gereksinimleri karşılama açısından oldukça önemli yararlar getirmektedir :

- \* Kısa süreli fotogrametrik alım ve jeodezik ölçmeler (baz ve yer kontrol noktaları ölçümü) dışında kalan tüm ölçmeler arazi yerine resimler üzerinde yapıldığından çalışmaların büyük bir kısmı büroya aktarılmakta, böylece arazi çalışmaları için harcanan zaman büyük ölçüde azaltılmış olmaktadır.
- \* Göçük, heyelan ve benzeri gibi yanına varılamayan ya da varılması tehlikeli olan bölgelerin ölçülmesine olanak verir.
- \* Fotogrametrik bir resmin kalıcı ve belgesel yapısı, doğabilecek anlaşmazlıkları çözümlenmede tek öznel kriterdir. Gerektiğinde ve istenildiğinde yapılan ölçüler tekrarlanabilir, kontrol edilebilir.
- \* Resimler, belirli bir sitüasyonunun saptanması yanında jeolojik, hidrolojik ve planlama tekniği yönünden diğer çalışmalarda da kullanılabilir.

Diğer taraftan sayısız fotogrametrik uygulama sonuçları ile alışılmış jeodezik yöntemler (takeometrik, nivelman) hassasiyet yönünden karşılaştırıldığında hacim olarak % 1 kütle farkı verdiği literatürden bilinmektedir /2/. Bu farkların rastgele (tesadüfi) hatalardan kaynaklandığı, birden fazla jeodezik ölçmeler arasındaki farklarında benzer eğilim gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca alışılmış yöntemlerde, kesitlerin arazinin topoğrafik yapısına tam uygun olarak çıkarılamamasından dolayı da sistematik hatalar doğduğu gözden kaçmamalıdır /2/.

Yine uygulama sonuçlarına göre fotogrametrik yöntem % 50 zaman, % 20 masraf yönünden tasarruf sağlamaktadır /2/. Özellikle son yıllarda analitik alet sistemleri ve değerlendirme yöntemlerindeki gelişmeler fotogrametrik yöntemin hassasiyet ve ekonomisini daha da arttırmıştır /3/.

Sonuç olarak yapılan çalışmalar fotogrametrik yöntemlerin jeodezik yöntemlerle ulaşılan inceliği vermesine karşın zaman, personel ve masraflar yönünden üstünlüğünü doğrulamaktadır /3/.

## 5. UYGUN YÖNTEMİN SEÇİMİ VE ÖNERİLER

Açık kömür işletmelerinde uygulanacak en uygun fotogrametrik yöntemin seçimi, ülkemizin teknik olanakları ve resim alımları için sınırlı hava koşulları yanında gerekli düzenleme, koordinasyon ve organizasyon yönünden ortaya çıkan sorunlar, yöntemin ekonomisini olumsuz biçimde etkilemektedir.

Diğer taraftan özellikle küçük ve orta boy işletmelerde yersel fotogrametrinin bağımsız ve daha rasyonel bir yöntem olduğu bilinmektedir. Bu koşullar altında açık kömür işletmelerinde gerekli ölçmeler için zaman, personel ve masraflar yönünden büyük tasarruf sağlayan yersel fotogrametrik yöntemin uygulanması uygun görülmektedir :

- \* Üretim ve dekapaj miktarlarının hesap sonuçları sayısal çıkışlı olduğu göz önüne alınırsa çizgisel harita üretimi, sadece yer teslim ve iş bitirme gibi özel durumlarda söz konusudur. Bu nedenle değerlendirmenin örneğin sayısal arazi modelleri gibi sayısal yöntemlerle yapılması amaca uygun olacaktır.
- \* Bu arada alım ve değerlendirme çalışmalarının yürütülmesi için iyi bir organizasyona, yeteri sayıda yetişmiş personele gereksinim ortadadır.

Kanımızca açık kömür işletmelerinde topoğrafik haritaların hazırlanması profil ve kesitlerin çıkarılması, kömür ve dekapajların saptanması, kayma ve göçüklerin izlenmesi v.s. gibi ölçme çalışmalarında klasik jeodezik yöntemlere karşın daha objektif ve ekonomik bir yöntem olan fotogrametrik yöntem ivedilikle uygulanmalıdır.

Ülkemiz koşulları gözönüne alınırsa fotogrametrik yöntemin yersel uygulamalarına öncelik verilmeli, değerlendirme işleri analitik yöntemlerle yapılmalıdır. Bu arada uygulamalar için gerekli yatırımlar finanse edilmeli, kuruluş ve organizasyon yönünden çalışmalara başlanmalı, ilgili bilimsel kuruluşlarla işbirliği yapılmalı, bilimsel çalışma ve araştırmalar desteklenmelidir.

#### KAYNAKLAR

- /1/ Alpmen, M. : İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Böl.Doçentlik çalışması, 1981, İstanbul
- /2/ Jordan/Eggert/Kneissl : Handbuch für Vermessungskunde Band III a/2, Stuttgart, 1972
- /3/ Töppler, J., Schöler H.: Photogrametrische Messtechnik in Bergbau Jenaer Rundschau, 1980/1, s.23-28

## YAZAR ADRESLERİ

Doç.Dr.Ayhan ALKIŞ  
Yıldız Üniversitesi  
Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü  
Yıldız/İSTANBUL

Yük.Müh.Öyzb.Salih AYDEMİR  
Harita Genel Komutanlığı  
Cebeci/ANKARA

Yük.Müh.Öyzb.Emin AYHAN  
Harita Genel Komutanlığı  
Cebeci/ANKARA

Yük.Müh.Kd.Yzb.Hakan SARBANOĞLU  
Harita Genel Komutanlığı  
Cebeci/ANKARA