

TROPİKAL BİR BÖLGEDE HAVA FOTOĞRAFLARININ YAPISAL JEOLJİ HARİTALAMAYA UYGULANIŞI - YENİ BAŞKENT YÖRESİ, ABUJA - NİJERYA

Murat AVCI*

ÖZ.— Nijerya'nın yeni başkent yöresi gelişim yönetimi, yeni kurulacak başkent yöresinin uygunluğunun saptanması amacıyla 1:25 000 ölçeğe bir mühendislik jeolojisi araştırması isteğinde bulunmuştur. Bölgede arazinin örtülü olması nedeniyle haritalama işleminin alışlagelmiş yöntemlerle yapılması zor görünüyordu. İki farklı ölçeğe (1: 40 000 ve 1: 10 000) hava fotoğraflarının kullanılması, bölgenin tam yapısal çatısını ortaya çıkardığı gibi üç ana kaya birimini de ortaya koymuştur. Hava fotoğrafları değerlendirmesi, KKD-GGB doğrultusunda tabakalanma ve KB-GD ile KD-GB doğrultusunda ise ana kırılmaların var olduğunu göstermiştir. Bu verilerden, bölgede ana stres doğrultusunda (BKB—DGD) işlemiş büyük bir tektonik olayın varlığı saptanmıştır. Kırılmaların yönsel yoğunluğu ve uzunlukları, kaya çeşitlerine göre değişiklik göstermektedir. Metavolkanik kayalar yüksek kırılma sıklığı ve ardışma değerleri verirken, metasedimanter kayalar aynı parametreler için düşük değerler vermiştir.

GİRİŞ

1979 yılında, Nijerya'nın yeni başkent yöresinde İfe ve Ahmadu Bello Üniversitelerinin jeoloji bölümleri tarafından detaylı bir mühendislik jeolojisi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, bölgede hava fotoğraflarının kullanımının özel bir değeri olduğundan, yalnız fotojeolojik yöntemlerle elde edilen bilgiler sunulmuştur. Araştırmanın diğer bölümleri "UNIFE Project Report" da (1979) bulunabilir. Bu çalışmada başlıca yüzey yapılan, bölgesel litolojik birimler ve kırıkların tayini işlenmiştir.

Blanchet (1957), Lattman (1958), Norman (1976) çalışmalarında, geniş ölçekli uzaktan algılama ile elde edilen verilerin mühendisliğe uygulanabilirlik kapasitesini göstermişlerdir. Bu yayınların çoğu örtülü arazilerdeki kırıkların yorumlanması üzerinde durmaktadır. Ray (1960) eserinde Nijerya'daki durumlara benzeyen araziler hakkında örnek stereogramlar verir. Thomas (1974) Williston Blood Creek Basini'ndeki (ABD) çalışmasında, çizgilerin, geniş yapısal blokları sınırlayan kırılma-hatları olduğunu görmüş, ancak bunlar uygun jeoloji haritalarında kaydedilememiştir.

Bu çalışma, bölgedeki şartların güçlüğü nedeniyle hava fotoğraflarının mühendisliğe tatbiki yönünden iyi bir örnek oluşturmaktadır.

* İfe Üniversitesi Jeoloji Bölümü, İLE—İFE, Nijerya.

Çalışma bölgesi, takriben 200 km olup, 8°45' ve 9°00' kuzey enlemleri ile 7°15' ve 7°30' doğu boylamları arasında uzanır. Topografya genellikle hafif dalgalı olup, ara sıra yükselen kalık tepeler göze çarpar. Yörenin akarsularını toplayan Uşman nehri, güneyde Nijer nehri ile birleşir.

ABUJA BÖLGESİ

Yeni başşehir yöresi tropikal savana bitki örtüsü zonuna düşer ve bu bölgede ana kayalar oldukça kalın bir toprak ve sık bitki örtüsü ile kaplıdır. Bu durum, jeolojik araştırmaların yapılmasına büyük engel teşkil eder. örneğin litolojik sınırların çizimi, kırık hatlarının tayini ve genel yapı çatısının ortaya çıkarılması sadece arazi çalışması ile çözülmesi zor unsurlardır. Ancak, durumun böyle olmasına karşın beş jeolog, foto interpretasyon yapılmadan jeolojik harita alımı için araziye gönderilmiştir. Bu jeologlar, sadece ulaşabildikleri kesimlere ait yerel jeolojik bilgilerden başka birşey elde edememişlerdir. Çünkü böyle bir arazide insan yakın çevresinden ötesini göremez. Sonuç olarak, bölgenin esas jeolojik yapısı hakkında herhangi bir sonuca vana lamamıştır. İşte bu noktada uzaktan algılama metodu na gereksinim duyulduğu anlaşılmıştır. Arazide çalışanlar kayda değer büyüklükte kırık bile tespit edemezken, aşağıda söz edileceği üzere hava fotoğraflarından 276 kırık ve üç ana litolojik birim tespit edilebilmiştir. Söz konusu hava fotoğraflarından elde edilen veriler,

arazide çalışan elemanların birbirinden kopuk ve dağınık olarak elde ettikleri bilgilerini bir araya toplayarak değerlendirmelerini sağlamıştır. Ayrıca ileriki arazi ça-

lışmalarını, fazla yorulmadan, planlı bir şekilde yönetmek için de bir temel oluşturmuştur.



Şek.1— 1:40 000 ölçekli hava fotoğrafı üç ayrı litolojik birimi gösteriyor; A₁ Migmatit, A₂ Granit gnays, B kuvarsit, amfibolit ve bantlı gnays ve C şist. FL deki katmanlar faylanmadan dolayı sürüklenme gösteriyor. H—J çizgisi Şekil 5 teki haritanın güney sınırınıdır. Fotoğrafın kuzey sınırı Şekil 5 teki harita üzerinde gösterilmiştir.

JEOLJİK KONUM VE BÖLGESEL TEKTONİK İLİŞKİ

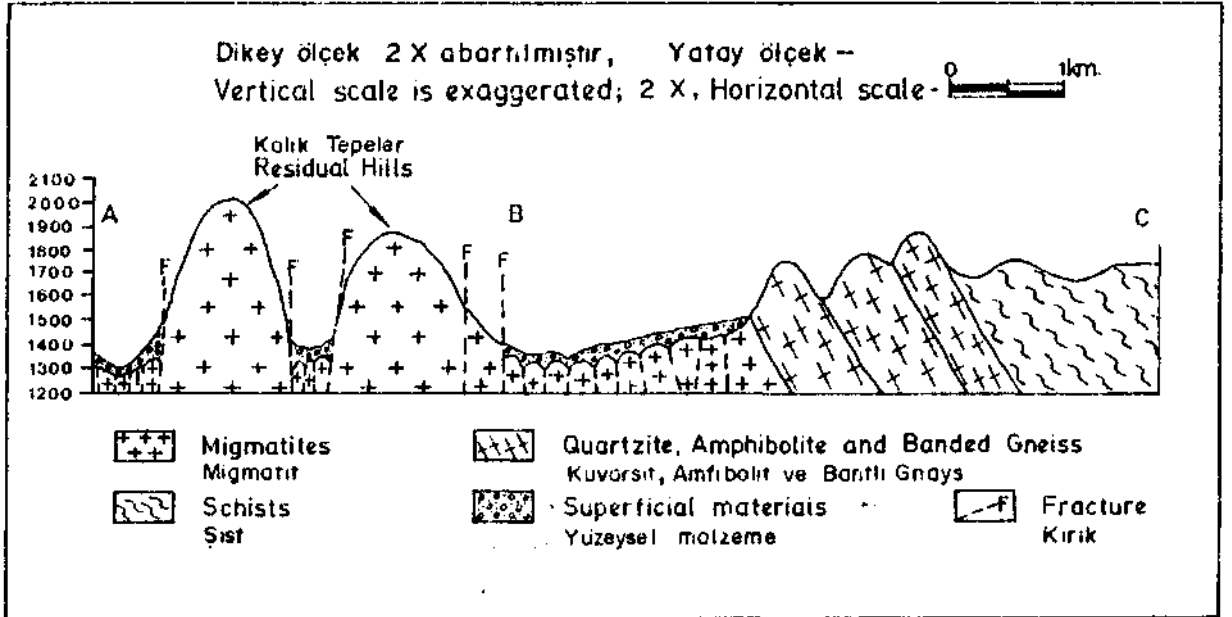
Bölgede Nijerya'nın Prekambriyen kayaları hâkim litolojiyi oluşturmaktadır. Grant (1971), McCurry (1976) ve Ball (1980) Nijerya'nın Prekambriyen yaşlı kayaların batıdaki Batı Afrika kratonu ile güneydoğudaki Kongo kratonunun oynamalarından etkilenen mobil zondaki Pan—Afrikan orojeninin bir ürünü olduğunu tespit etmişlerdir. Çeşitli taşlar üzerinde, çeşitli radyokronometreler kullanılarak yapılan radyometrik yaş tayinlerinden, bu kayaların çok devirli olduğu anlaşılmıştır (Rahaman ve diğerleri, 1983; Rahaman ve Lancelot, baskıda; Grant, 1971). Arazide gözlenen deformasyonlar, bu kayaların çok devirli olduğunu göstermektedir.

Bölgede iki kaya grubu belirlenmiştir :

1. Metavolkanik ve yaşlı granit grubu (yani granit gnays, migmatit, biyotit granit, porfiritik granit ve granodiyorit).
2. Metasedimanter grup (yani kuvarsit, amfibolit ve bantlı gnays, mikaşist, kuvarsit şist ve amfibolit şist).

Güneyde Kusaki'nin batısından geçerek KKD-GGB doğrultusunda uzanan ve hava fotoğraflarında çok açıkça görülen bir süreksizlik, iki kaya birimini birbirinden ayırır (Şek.5). Bu süreksizlik USGS(1977) ekibi tarafından bir yırtılma zonu olarak tanımlanmıştır. Bu fay zonu Kuzey Orta Afrika'nın Hoggar bölgesindeki, Ball (1980) tarafından ileri sürülen yırtılma zonlarından birinin uzantısıdır. Birbirlerinden bir hayli uzak olan bu zonlar, büyük bir olasılıkla hareket eden kratonların birbirlerine olan yakınlığına ve pozisyonlarına bağlı olarak gelişmişlerdir.

Hem yırtılma zonları, hem de granitik plutonlar KB-GD ve KD-GB doğrultusunda gelişen yanal atımlı faylar ile kesilmişlerdir (Şek.3 ve 5). Aynı olay Ball ve McCurry (1976) tarafından Pan-Afrikan orojenik kuşağının kuzey kesiminde de gözlenmiştir. Granitik plutonların yaşı, Pan-Afrikan orojenik kuşağı ile aynı veya sonrası şeklinde tayin edilmiştir (Grant 1971; Traswell ve Çöpe 1963; Breemen ve diğerleri, 1976). Bu yaşlar kullanılarak kırıkların yaşları aşağı yukarı 600 milyon yıldır denilebilir. Bununla beraber, Nijerya'nın başka yerlerinde Kretase tortullarının bazı büyük kırıklarla

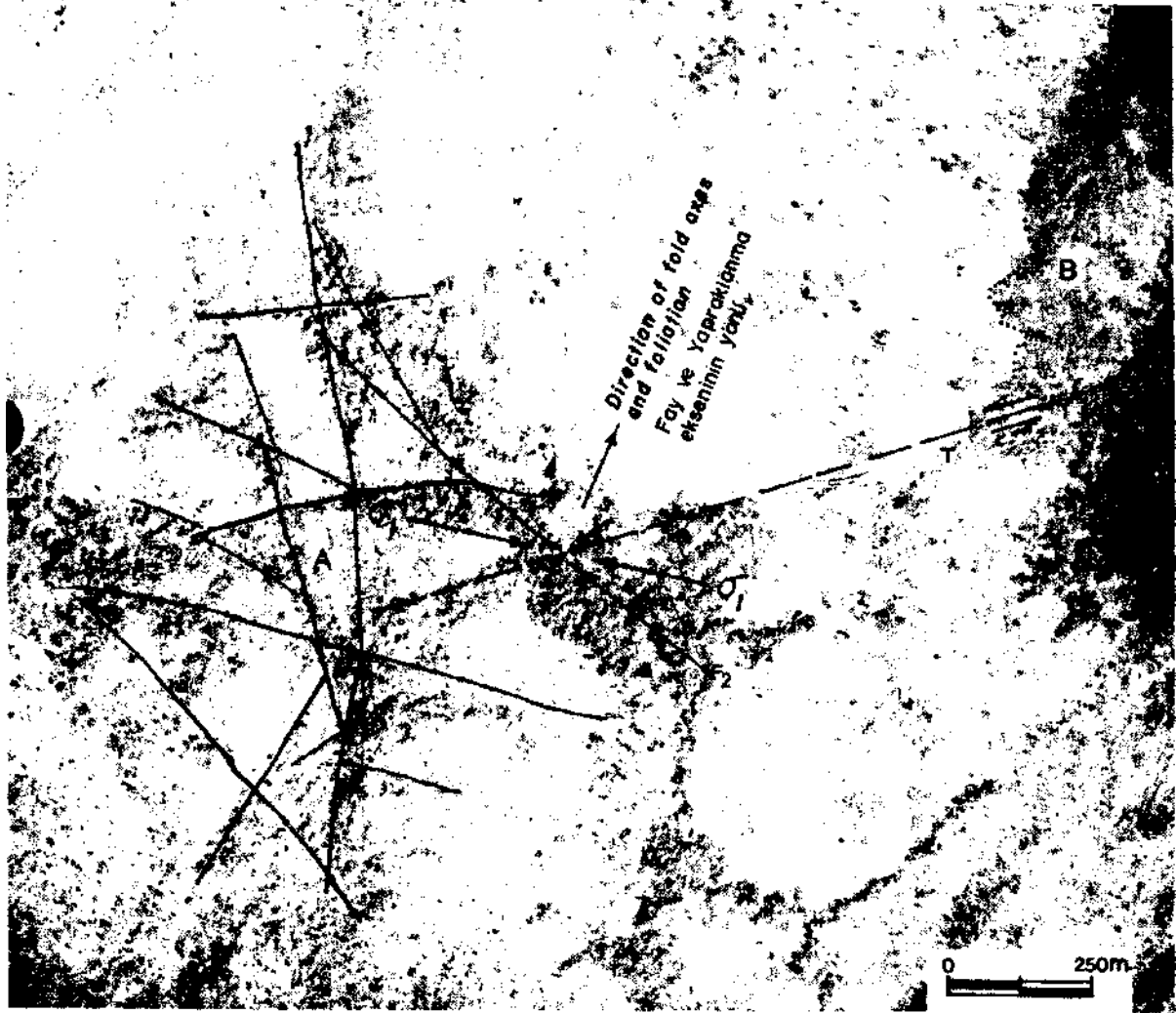


Şek.2- Harita üzerinde (Şek.5) A, B ve C boyunca alınan jeolojik kesit.

kesilmiş olduğu gözlenmiştir (Avcı, yayınlanmamış veri) ki bu, Pan-Afrikan sonrası kırıkların yeniden hareketlenmesi sonucu olabilir. Bu kırıklar, Nijerya'nın yaşlı kayalarını genç Kretaseden bu yana etkileyen en son hareketlerdir.

2 . 1:10 000 ölçekli, siyah-beyaz pankromatik iyi kaliteli fotoğraflar da şehir kesiminin sınırlarını kapsamaktadır.

1: 10 000 ölçekli fotoğraflar pek çok yöresel ölçek problemini ortadan kaldırmada yardımcı olmuştur.



Şek.3— 1:10 000 ölçekli hava fotoğrafı hem metavolkanik (A) hem de metasedimanter (B) kayaları kesen kırıkları gösteriyor. F_1 bir makaslama kırığı olup, boylu boyunca kalay mineralizasyonu gelişmiştir. T de maden hendekleri açıkça görülmektedir. F_2 ve diğer çizilmiş kırıklar aynı ana stres (σ_1) neticesi gelişmiş makaslama faylarıdır.

MALZEMEVEYÖNTEM

Bu çalışmalarda kullanılan uzaktan algılama malzemeleri iki grupta toplanabilir:

1. 1:40 000 ölçekli, siyah-beyaz infraruj, kötü kalitede fotoğraflar alanın büyük bir bölgesini kapsamaktadır,

Birkaç çeşit topografik harita da, hava fotoğraflarıyla birlikte güvenilir hale getirilerek kullanılmıştır.

Bölgeye ait jeolojik bilgiler oldukça azdır. Bununla birlikte inceleme alanı yeni federal başşehir yöresi olarak seçildiğinden beri bazı araştırmalar başlatılmıştır. Bunlar USGS (1977), Ahmadu Bello Üniversitesi-

si, Zaria (UAB, 1979) ve Ife Üniversitesi (UNIFE, 1979) tarafından hazırlanan raporlardır.

Bölgesel analizlerin çabuk yapılabilmesi amacıyla ön foto yorumları küçük ölçekli (1: 40 000) fotoğraflarla başlatılmıştır. Bu da tüm çalışmanın temel konusunu oluşturan iki ana lito-yapısal birimin belirlenmesi ile neticelenmiştir. Ayrıca 1: 40 000 ölçek ile her bir ünitenin bazı karakteristiklerinin ayırt edilebilmesi ve pek çok faylanmanın ayrıntılı şekilde tanımlanabilmesi de mümkün olmuştur.

1:10 000 ölçekli fotoğrafların yorumlanması toplanan bilgilerin kalite ve sayısını önemli ölçüde artırmıştır, örneğin, 1:40 000 ölçekli fotoğraflarda belirlenemeyen ve metasedimanter grup içerisinde yer alan başka bir birimin varlığının saptanması mümkün olmuştur.

Diğer yandan, geniş ölçekli fotoğraflarda patern gelişimi zayıf olduğundan, 1: 10 000 ölçekte lito-yapısal birimleri gösteren örneklemeleri tanımlayabilmek mümkün olamamıştır. Bununla beraber, en kapsamlı jeolojik analizler her iki ölçekteki fotoğrafların birbirlerini tamamlayıcı nitelikteki incelenmelerinden elde edilmiştir. Örneğin, yüzey şekillerinin bölgesel yapı ile bir karşılaştırmasını yapabilmek için 1: 10 000 ölçekli fotoğraflarla da tetkik edilmiştir. Buna karşın son değerlendirilmede bütün veriler 1:10 000 ölçekli fotoğraflarla kontrol edilerek neticeye varılmıştır.

HAVA FOTOĞRAF ÖRNEKLEME BÖLGELERİ VE KAYASAL YAPI BİRİMLERİ İLE İLİŞKİLERİ

Morfolojik-yapı birimleri bir yeryüzü şekli olarak çok büyüktürler. Bu nedenle, özellikle arazi örtülü ise bunları arazide gözlemek ve tetkik etmek pek kolay değildir. Halbuki hava fotoğraflarında incelendiklerinde, aynı şekiller binlerce defa küçültülerek görülebildiklerinden, onlar üzerinde detaylı olmasa bile ileriki çalışmaları kolaylaştırıcı, güvenilir gözlem ve analizler yapılabilir.

Hava fotoğraflarında aynı litolojiyi içeren yerler tek tip, yani aynı litoloji içinde yinelenen bir topografya vereceğinden litolojik birimleri ayırmak oldukça kolay olmaktadır. İşte, yer şekillerinin bu litolojiye göre gruplaşmasına morfolojik-yapı ve/veya fotoğraftaki gö-

rünüşüne de örneklenme birimleri, ya da yine aynı birimlere lito-yapısal birimler de denilebilir. Bu, kökeni litolojik yapıya bağlı olarak gelişen birimlere dayanılarak öyle bir arazi çalışması programı yapılmıştır ki, arazide gerekli her yer bilinçli bir şekilde (aynı iş tekrar edilmeden, zaman kaybetmeksizin) görülebilmeye ve numuneleme yapılabilmiştir. Netice olarak, bölgede aşağıda görüldüğü gibi iki ana lito-yapısal birim ve bazı alt birimler saptanmıştır.

1. Metavolkanik ve yaşlı granit kayaları bölgesi

Çalışma bölgesinin % 60 mı kaplar ve tek tek ya da kümeleşmiş kalık tepelerle karakterizedirler. Bu tepelerin dış sınırlarını kırklar çevrelediği için oldukça diktir (Şek.2). Kavkılanma tipi erozyon (eksfoliyasyon) halen aktif olup, KD-GB ve KB-GD doğrultulu kırılmalar halindedir.

Kaya tipine göre gelişmiş başlıca üç tip kalık tepe gözlenmiştir :

a. Çok iyi teşekkül etmiş olan bu tipler porfiritik granit, granodiyorit ve biyotit granitler içinde gelişmiştir.

b. Genellikle kümelenmiş, bazen de uzunlamasına ve iyi şekillenmemiş kalık tepelerdir ki, bunlar granit gnays içinde gelişmiştir. Bunlar gnaysik yapıyı ve foliyasyon istikametini yansıtmaktadırlar.

c. Gene orta derecede iyi teşekkül etmiş, fakat masif olan kalık tepeler migmatit kayaların bulunduğu yerde gelişmişlerdir.

Farklı kayalar içinde farklı gelişen kalık tepelerin teşekkülü, yer şekillerinin kaya tipine göre geliştiğini göstermektedir. Yer şekilleri de hava fotoğraflarından kolayca saptanabildiğinden, litolojik haritalama bu yöntemle oldukça kolaylaşmaktadır.

2. Metasedimanter kayalar

Bu tür kayalar alanın geri kalan kısmını kaplar ve iki alt grupta incelenebilir :

a. Kuvarsit, amfibolit ve bantlı gnayslar: Bu birim, birbiri ardınca gelen ve bir litolojik grup içinde kabul edilen amfibolit ve bantlı gnayslarla iç içe bulunan kuvarsit bantlarından oluşmuştur. Birimin kalınlığı 500 m ile 1500 m arasında değişmektedir. Bu birim KKD—

GGB doğrultusunda birbirine paralel seyreden sırt ve vadilerin ard arda sıralanması ile meydana gelmiştir ve tipik trellis tipi drenaj gösterir.

Birkaç kırık çizgisi litolojik yapısal doğrultuyu diklemesine keser ki, bunlar metavolkanik kayalar içinde gelişmiş kırıkların uzantılarıdır. Söz konusu kırıklar, bu birimlere kadar uzanırlar ve bu noktada ya kaybolur ya da bu birimde başka bir tür deformasyona dönüşürler. Bu olay metasedimenter kayaların farklı fiziksel karakteristiklere sahip olduğunu gösterir. Buna güzel bir örnek olarak Wosika nehri boyunca uzanan bir fayın bu birimde bir fleksüre dönüşmesi gösterilebilir (Şek.1, FL). Faylar bu birimde yapısal doğrultuyu saptırdıkları için çok kolay belirlenebilmektedirler (Şek.3, 5).

b. Şistler: "a" biriminin ötesinde, doğuya doğru uzanan bölge mikaşist ve amfibolit şistlerle kaplıdır ve bu birim ile benzer yapıdadır. Arazide Kusaki köyünden Buze köyüne kadar yapılan ölçmeler tabakaların K 30° D doğrultusunda ve ortalama 60° eğimli olduğunu gösterir. Bununla beraber, bu kayalardaki deformasyon tabaka doğrultu ve eğimlerini önemli ölçüde değiştirmiştir.

KIRIK ANALİZİ VE JEOTEKTONİK DEĞERLENDİRME

Bölgedeki bütün kayalarda gerek hava fotoğraflarında, gerekse yerde gözlenebilen KKD-GGB doğrultusunda bir litolojik bantlaşma mevcuttur. Bu doğrultu metasedimenter formasyonlarda daha açık olduğu için bunları metavolkanik kayalardan ayırmak oldukça kolaydır (Şek.1). Metavolkanik birimde bu doğrultuya paralel olarak gelişen sadece birkaç elipsoid tepe ve vadi vardır.

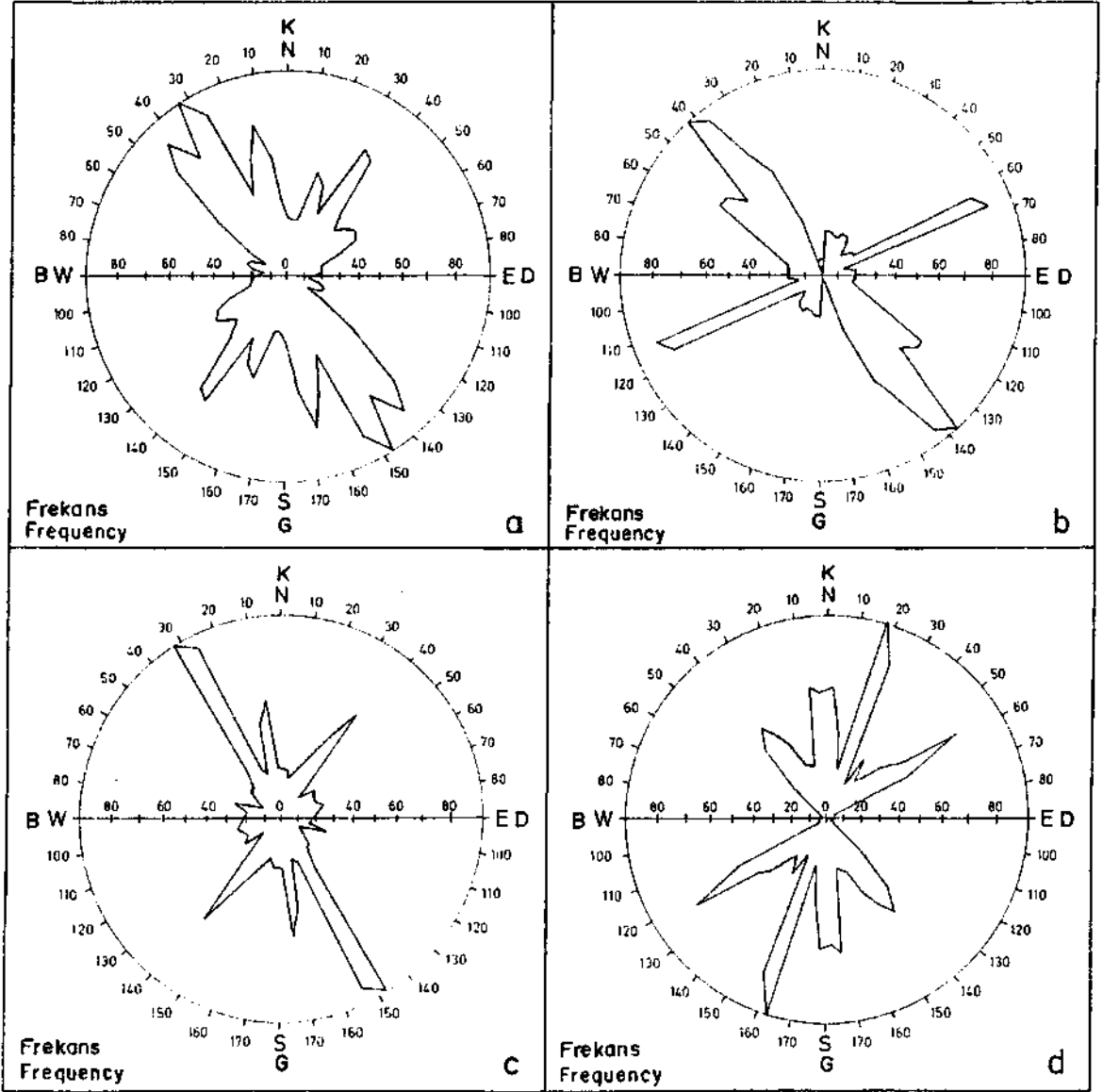
Yoğun kırılma sistemi ve bu ayrıntılı litolojik bantlaşma gösteriyor ki bölge önemli bir tektonik olaydan etkilenmiştir (Pan-Afrikan orojeni). Bu tektonik olay bölgedeki kayalar üzerinde çeşitli deformasyonlara sebep olmuş ve bunun sonucu olarak belirli yapısal şekiller ortaya çıkmıştır. Bunun en önemli belirtisi bu eski kayalara işlenmiş karmakarışık küçük boyutlu yapısal kıvrım ve kırıklar ve netice olarak da onların çok devirli tabiatı oluşlarıdır. Ama buna rağmen bazı

küçük kıvrımların eksen yüzeyleri genel litolojik doğrultuya paralel pozisyonlarını korumuşlardır. Bölgede Benkhelil'in UNIFE (1979) da söz ettiği gibi büyük ölçekli kıvrımlar gözlenememiştir. Çünkü Pan-Afrikan orojeninin gücü, mevcut deformasyondan anlaşıldığına göre, ilksel yapısal şekillerin bu zamana kalabilmesi için çok yüksektir.

Fotoğrafik değerlendirme ile elde edilen verilerin analizi ve arazi gözlemleri bölgedeki deformasyonların kaynağı olan ana stres doğrultusunu tayin etmeyi mümkün kılmıştır. KB-GD ve KD-GB doğrultulu faylar bu fikri kanıtlamak için kullanılmıştır (Şek.3 ve 5). "Doğrultu kaymalı faylar" KKD-GGB litolojik bantlaşmayı kestikleri ve dolayısıyla saptırıldıkları için kolayca gözlenebilirler. Burada ileri sürülen esas stres modeli bölgedeki mevcut kırık sisteminden ortaya çıkarılmıştır. Bu model Moody ve Hill (1956) ile Hobbs ve diğerleri (1976) tarafından ileri sürülen model ile karşılaştırılabilir. Mevcut kırıklar fotojeolojik haritada gösterilmiştir (Şek.5).

Deneyler göstermiştir ki Hobbs ve diğerleri (1976) ana stres doğrultusu ile 45° den az açı yapan faylar yanal atımlı faylardır. Bu fikir kullanılarak ana stres doğrultusu bulunabilir. Bununla beraber, ana stres doğrultusunu bulmada bu teoremin kesin olmayışı ve değişken özelliğinden dolayı (Cook, 1969; Friedman, 1972) foliyasyon doğrultusu ve kıvrım eksenleri de göz önünde bulundurulmuştur (Şek.3).

Şekil 4a bir doğrultu frekans diyagramı olup, bütün bölge için bulunan 276 kırığın doğrultu noktalarını göstermektedir. 140°—165° doğrultulu kırıkların hepsi KB-GD doğrultulu makaslama kırıkları olup, en uzun ve sık olanlardır. 70° doğrultudaki küçük zirve KD-GB doğrultulu makaslama kırıklarıdır. Bu durumda 110° boyunca, ana stres σ_1 istikametinde gelişen çok küçük küme uzama (extension) kırıklarıdır. 20° ve 35° doğrultusunda, σ_2 boyunca gelişmiş kümeler, diğer uzama kırıkları olup, kıvrım eksenine ve foliyasyon doğrultusuna paralel olduğu için ana stres doğrultusunun BKB—DGD olduğunu kanıtlar. Pan-Afrikan orojeninin iki sert kratonun hareketi sonucu oluştuğunu düşünecek olursak, kratonların coğrafik yerlerine göre bu ana stresin kaynağı olan kompresyonun söz konusu kratonlardan kaynaklandığı ortaya çıkarılabilir.

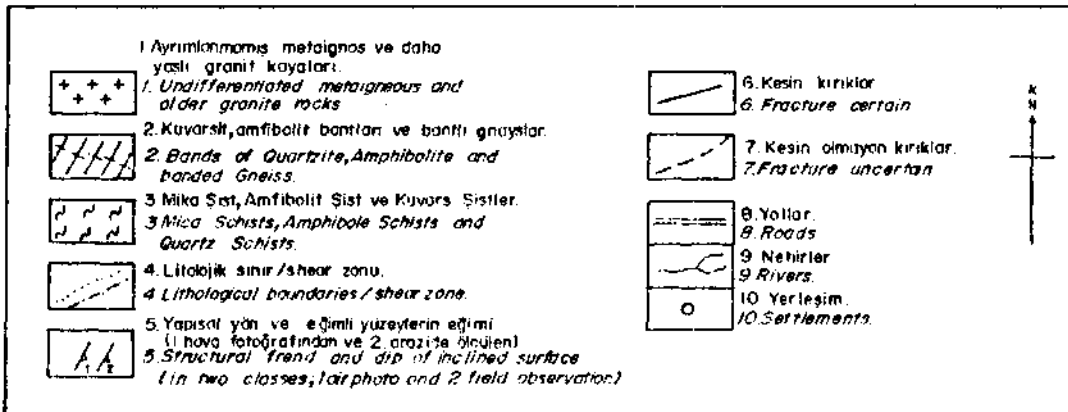
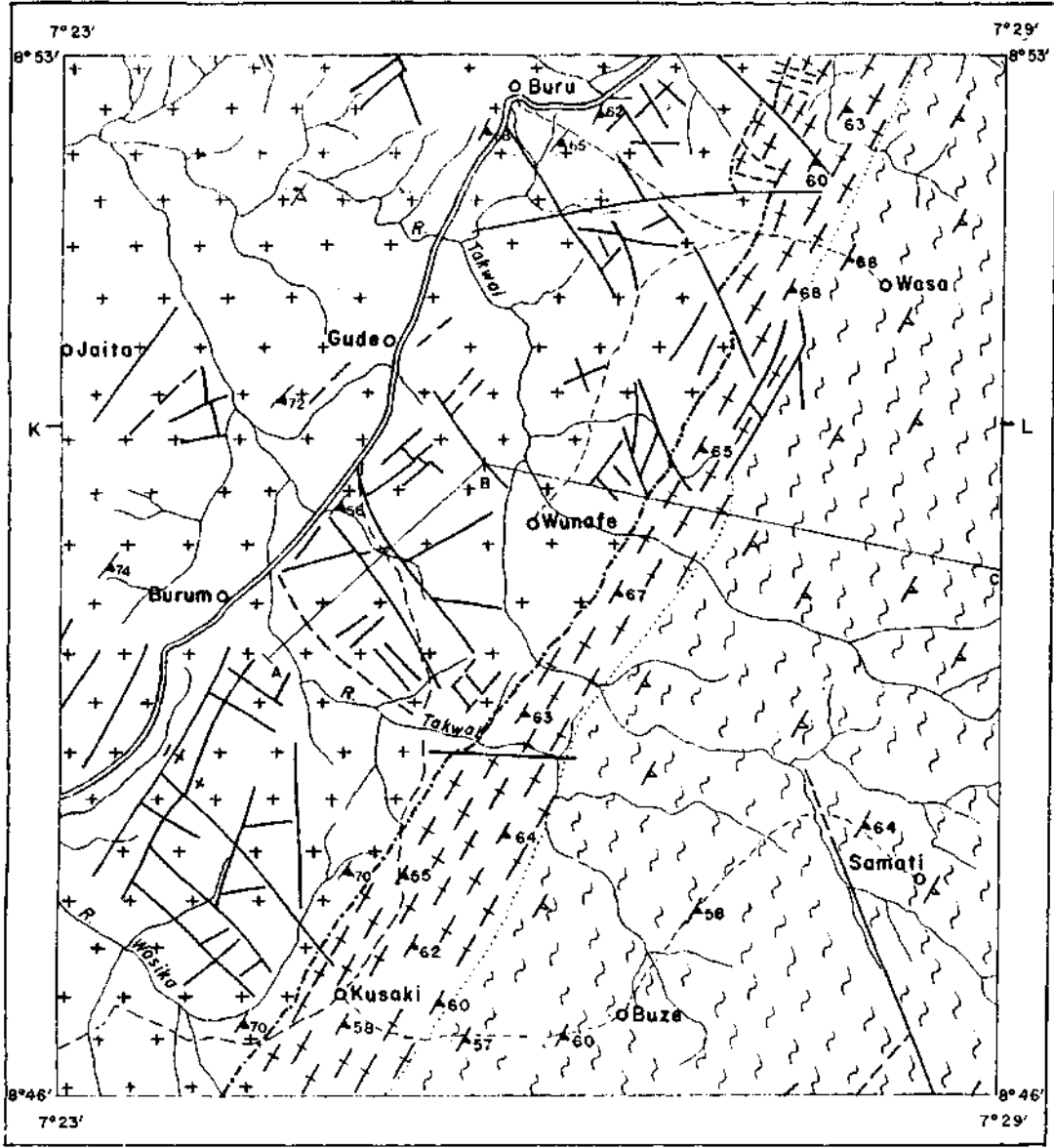


Şek.4— Çalışma bölgesinin farklı bölümlerinden alınan değişik miktarlardaki kırıkların gül diyagramlarındaki frekans dağılımı. (Her şekil için sınıf aralığı 5 derecedir.)

Gül diyagramları (Şek. 4b, c, d) farklı kaya tipleri üzerinde deformasyon karakteristiklerinin etkilerini gözlemek amacıyla arazinin farklı bölgelerinden elde edilen bilgilerle hazırlanmıştır. Bu diyagramlardaki değişiklikler kaya karakteristiklerindeki farklılıkları ifade eder. örneğin, Şekil 4b miğmatit alanda oluşan 40 kırılmanın bir. frekans diyagramıdır. Bunlar 65° ve 140° de iki demet halinde yığılmıştır. Bununla beraber KB-GD kökenli kırıklar daha etkin ve sıklırlar ve diyagramda iki ana grup makaslama kırılmayı yansıtan çapraz kı-

rıklar temsil edilmektedir. Bunlar her yönde eşit özellikler içeren kaya karakterini gösterir, ö^ ana stres yönü 100° lik^o yığılma boyunca geçirilebilir.

Şekil 4c ana kırılmaların 150° de bir araya geldiği porfiritik granit alanındaki 50 kırılmanın frekans diyagramını göstermektedir. 40° deki kümelerin KD-GB doğrultusundaki makaslama kırıklarını temsil ettiği görülüyor. OY in yönü 105 civarındadır. Frekans yönlerinin düzensiz dağılımları benzer tek tip kaya karakteristiklerini yansıtmaktadır.



Şek.5— Bölgenin bir kesiminin fotojeolojik haritası.

Şekil 4d alanın güneybatı köşesindeki granit gnays ve bantlı gnays kayalarıyla kaplı bölümünden çizilen 51 kırığı temsil etmektedir. Diyagram alanın bu bölümünde farklı bir kırılma doğrultusu mevcut olduğunu göstermektedir. Bu alandaki kırıkların ana frekans yönleri KKD-GGB yönündedir. En yüksek kümeleşme 20° KD civarında, büyük yığılım ise kuzey-güney yönündedir. Kırılma frekansındaki bu doğrultu değişikliği kayaların bu yönde kolayca ayrılmaları nedeniyledir ki, bu kayaların zayıflık doğrultusuna paraleldir. 60° ve 140° deki kümeler makaslama kırıklarıdır. Bu nedenle, ana stres dağılımı güneydoğudadır. Kırıkları gösteren frekans diyagramları analiz için yeterli bilgiyi veremeyebilir. Bu nedenle kırılma yoğunluğu ve kırık frekans hesaplamaları gibi diğer parametreler de göz önünde bulundurulmuştur, örneğin, kırıkların bir bölümdeki sayısı ve alana göre uzunluk ilişkileri alt katmanların kink karakterine bağlıdır. Kırık yoğunluğu ve kırık frekansı hesaplanarak bir alanın belirli kırılabilirlik durumu daha realistlik olarak belirlenebilir.

Kırılma yoğunluğu tüm kaydedilen kırıkların toplam uzunluğunun, bu kırıkları içeren alana bölünmesi ile elde edilir.

$$F_d = \frac{\sum L}{A} \quad \begin{array}{l} F_d = \text{Kırılma yoğunluğu} \\ L = \text{Tüm kırıkların toplam uzunluğu} \\ A = \text{Alan} \end{array}$$

Araştırma bölgesinde 142 km² yer kaplayan metavolkanik kayalarda 174 km uzunluğunda kırık tayin edilmiştir.

$$\text{Bu nedenle; } F_d = \frac{174}{142} = 1.225$$

Bu kırılma yoğunluğu değerleri yüksek kırılma yoğunluğu sınırları içerisinde (Vielon ve diğerleri, 1976).

Bir diğer önemli sayısal ölçüm ise birim alandaki gözle görülür kırılma sayısı olarak belirtilen kırılma frekansıdır.

$$\text{Yani } F_f = \frac{\sum F}{A} \quad \begin{array}{l} F_f = \text{Kırılma frekansı} \\ F = \text{Toplam kırık sayısı} \\ A = \text{Alan} \end{array}$$

$$\text{Buradan } F_f = \frac{276}{142} = 1.943$$

Bu değer Vielon ve diğerlerine (1976) göre orta yüksek kırılma frekansı içerisinde.

Metasedimanter alanlar için yapılan yoğunluk ve frekans hesaplamaları plastik özelliklerini gösteren düşük değerler vermiştir.

Bu basit istatistiksel analizler alanın sıkça kırıldığını göstermektedir. Bununla beraber, alanın tektonik tarihine ait bilgilere göre Nijerya'nın bu çok eski kayalar Pan-Afrikan orojeni ile ilgili plütonik fazdan (60U milyon yıl önce veya daha az) sonra pekişmiştir (Grant, 1971). Bölgede deprem olduğunu gösteren herhangi bir yazılı veya sözel kayda rastlanmamıştır.

Bölgedeki ayrılmamış metavolkanik kayaların bulunduğu bölüm hem stabildir, hem de yüksek dayanıklılık parametreleri gösterir, Krynine ve Judd (1969) ayrıca bölgeyi çekici bir görünüme sokan tepelerin bulunduğu tatlı eğimli bir topografyaya sahiptir.

Diğer yandan, metasedimanter alan topografik olarak daha engebelidir ve şistlerin oluşturduğu bölümler daha dengesiz bir karaktere sahiptirler ki, UNIFE (1979), bunlar inşaat yapılarının kurulmasında problem yaratacak durumlar ortaya çıkartabilir.

Bu nedenle ayrılmamış metamorfik volkanik kayalardan oluşan alan (Şek.5) düşünülen başşehir için uygun bir yerleşim alanı olarak önerilmiştir.

Abuja şehrinin alt yapısı hemen hemen tamamlanmıştır, hükümet daireleri yerleşim için çok yakında yeni şehire taşınacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma yazar Nijerya'nın Ife üniversitesinin Jeoloji Bölümünde öğretim üyesi iken yapılmıştır. Yazının Türkçeleştirilmesinde büyük yardımları olan A. Elvermez Yılmaz'a teşekkür ederim.

Yayına verildiği tarih, 3 Şubat 1987

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ball, E., 1980, An example of very consistent Brittle Deformation over a wide intracontinental area : The late Pan-African Fracture System of the Tuareg and Nigerian Shield.
- Blanchet, P.H., 1957, Development of Fracture Analysis as Exploration Method: Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. 41,8.
- Friedman, M., 1972, Residual elastic strain in Rocks: *Tectonophysics*, 15,297-330.
- Grant, N.K., 1971, A compilation of radiometric ages from Nigeria: *Jour. Mining geology*, 6, 37—54.
- Henderson, G., 1960, Air-Photo Lineaments in Mpada Area, Western Province Tanganyika, Africa: Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 44.
- Hobbs ve diğerleri, 1976, *An Outline of Structural Geology*: John Wiley and Sons Inc., New York.
- Jeager, J.C. ve Cook, N.C.W., 1969, *Fundamentals of Rock Mechanics*: Methuen and Co. London, 513.
- Krynine, P.D. ve Judd, R.W., 1969, *Principals of Engineering Geology and Geotechnics*: McGraw-Hill, New York.
- Lattman, H.L., 1958, Technique of mapping geologic fracture traces and lineaments on aerial photographs: *Phot. Eng.*, 25.
- McCurry, P., 1976, The Geology of the Precambrian to Lower Paleozoic Rocks of Northern Nigeria: A review in C.A. Kogbe (Editör), *Geology of Nigeria*, Elizabethan Publ. Co.
- Moddy, J.D. ve Hill, M.J., 1956, Wrench fault tectonics: *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 67.
- Norman, J.W., 1976, Photogeological fracture trace analysis as a subsurface exploration technique: *Trans. Inst. Min. and Metal.*, 85.
- Oversby, V.M., 1975, Lead isotopic study of Aplites from "the Precambrian Basement Rocks near Ibadan, Southwestern Nigeria: *Earth Planetary Sci. Letts.*, 27, 177-180.
- Rahaman, M.A. ve diğerleri, 1983, The Potassic-Granites of the Igbeti Area: Further Evidence of the Polycyclic Evolution of the Pan-African Belt in Southwestern Nigeria: *Res. Pre. Cambrian Geology*.
- ve Lancelot, (in press), Continental Crust Evolution in South-western Nigeria: Constraints Flow U/Pb Dating of Pre-Pan, African Gneisses: *Res. Pre Cambrian Geology*.
- Ray, R.G., 1960, Aerial photographs in geologic interpretation mapping: USGS. Prof. Paper 373, Washington, D.C.
- Thomas, G.E., 1974, Lineament-Block Tectonics: Williston-Blood Greek Basin: *Am. Ass. Pet. Geol.* 58, 7.
- Truswell, F.J. ve Cope, R.N., 1963, The Geology of Parts of Niger and Zaria provinces: *Geol. Surv. Nigeria Bull.*, 29,52.
- U.A.B., 1979, Geology and engineering geology of the Federal Capital Territory: University of Ahmadu Bello, Zaria, Nigeria.
- UNIFE, 1979, Geology and Engineering Geology of the Federal Capital City Site: University of Ife, Nigeria.
- USGS, 1977, Preliminary Engineering Geologic report on selection of Urban Sites in the Federal Capital Territory, Nigeria*. Project Report Nigerian investigations (IF) N-1.
- Van Breemen, O. ve diğerleri, 1976, Age and Origin of the Nigerian Mesozoic Granites: a Rb-Sr isotopic study: *Contrib. Mineral Petrol.*, 50, 157-172.
- Vielon, P. ve diğerleri, 1976, *Elements de Tectonique Analytique*: Masson, Paris.