

UZAY GÖRÜNTÜLERİNDEN TÜRKİYE ÇİZGİSELLİK HARİTASI VE MADEN ARAMALARI İÇİN HEDEF SAHALARININ SEÇİLMESİ, BÖLGESEL ÇİZGİSELLİKLERİN DEPREM VE SICAKSU KAYNAKLARI İLE İLİŞKİSİ

İsmail HENDEN*

ÖZ. — Uzay görüntülerinin aynı ışık şartlarında geniş alanları planimetrik gözleme olanağını sağlama açısından, yerbilimlerinde bölgesel değerlendirmeler yapılmasında önemli yerleri vardır. Türkiye'nin tektonik hatlarına genel bir bakış sağlamak ve maden aramalarında hedef sahalalarının belirlenmesine yardımcı olmak amacıyla 1:500 000 ölçekli Türkiye'nin uzay fotoğraflarının tümü incelenerek bir çizgisellik haritası hazırlanmıştır. Bu haritada Türkiye'de metalik maden yataklarının on bölgede toplandığı izlenmiş, bunlardan özellikle iki bölgenin yeterince incelendiği sonucuna varılmıştır. Deprem odakları, madensuları, içmece ve kaplıcaların uzay görüntülerinden hazırlanan çizgiselliklerle ilişkileri araştırılmış, deprem odakları ve kaplıcaların bölgesel kırık hatları üzerinde sıralandığı izlenmiştir.

GİRİŞ

Yerbilimlerinde uzaktan algılama yöntemleri, yerden yapılan çalışmalarda masrafları en az seviyede tutarak elde edilen sonuçları en yüksek düzeye çıkarmak amacıyla kullanılır. Uzaktan algılanmış verilerden yeraltı jeolojisinin öngörülmesi, yorumcunun yeryüzünden yayılan elektromanyetik enerjinin değişimini inceleyerek yüzeydeki ilişkilerin bilinen modellerin öngördüğü şekilde yeraltında devamı saptama yeteneğine bağlıdır.

Uzaktan algılama yeryüzeyinin incelenmesi ve maden aramalarında kullanılan yöntemlerden biri olmasına karşın, aynı fotoğraf üzerinde geniş alanların incelenebilmesi ve büyük fay izlerinin yüzlerce kilometre izlenmesi yönünden önemli yararlar sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, yüzey şekillerini, fay, kırık ve kıvrımların bölgesel dağılımını tanımlamak, bunların oluşumlarına olanak dahilinde yorum getirmek ve bir harita üzerinde yerleştirilerek bilinen cevherleşmelerle deprem ve sıcaksu kaynaklarıyla ilişkilerini araştırmaktır.

YORUM YÖNTEMİ

Dört ayrı bantta Landsat görüntüleri (4. bant 0.5-0.6 m; 5. bant 0.6-0.7 m; 6. bant 0.7-0.8 m ve 7. bant 0.8-1.1 m) kullanılmıştır. Türkiye'nin 1:500 000 ölçekte 7. bant mozayîği yapılarak genel bir yorum yapılmıştır (Şek. 1). Önemli görülen bazı bölgelerde daha ayrıntılı incelemeler için renk katıcı gözleyici (colour additive viewer) ve yoğunluk dilimleyici aletler (density slicer) kullanılmıştır. Renk katıcı gözleyici ile 1:1 000 000 ve 1:500 000 ölçekte incelemeler yapıldığı gibi, yer yer 1:250 000 ölçekte fotoğraflar siyah-beyaz olarak büyütülerek daha ayrıntılı incelemelere gidilmiştir. Türkiye'nin 1:500 000 ölçekli jeoloji haritası, yorum sonuçlarını denetirmek amacıyla kullanılmıştır.

ÇİZGİSELLİKLER VE DAİRESEL YAPILARIN BELİRLENMESİ

Görünürde bir hareket olmamasına karşın, eklemeler ve kırılma düzlemleri, en çok rastlanan kırılma çeşitleri olup, kayaçların kırılmasında ve aşınmasında önemli etkendirler.

* Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Jeofizik Dairesi, Ankara.

Kayaçlarda kırık türleri içinde faylara daha az sıklıkta rastlanılır. Pekişmemiş malzeme, toprak ve alüvyon faylar tarafından kesilirler. Maden aramaları ve genelde yeryüzeyini ilgilendiren çalışmalarda çok önemli olan fayların uzay görüntülerinden tespiti oldukça kolaydır. Büyük faylar onlarca ve yüzlerce kilometre uzanabilmelerine karşın, yüzeyde bazı kısımları gizli kalmış olabilir. Uzay görüntülerinin aynı ışık koşullarında geniş alanları kapsaması, fayların görülebilen bölümlerinin büyük bir fay sisteminin parçaları oluşunu ortaya koymaktadır.

Birçok önemli cevher yatakları, büyük kırık sistemlerinin kesişme noktalarında yerleşmişlerdir. Özellikle, eğer bu kesişme noktaları granitik sokulum kayaçlarının çevresinde ise cevherleşme olasılığı çok büyüktür. Bazı kırıkların yerin derinliklerine kadar hatta mantoya kadar indiği düşünülmektedir. Bunlar sokulum kayaçlarının yerleşimi ve metal içeriği ile bu kayaçların diğer bileşimlerini taşıyan hidrotermal eriyikler için çıkış yolları meydana getiren zayıfzonlar oluşturmuşlardır (Badgeley, 1959, 1962, 1965; Butler, 1933; Mayo, 1958; Schmitt, 1966; Turneaure, 1955; Wisser, 1959, 1960).

Dairesel yapılar dom şeklindeki sokulum kayaçlarından oluşmuştur (lakolit, stok, bos). Genellikle önemli miktarda ilksel cevher yataklarının bu kayaçlar etrafında yerleştiği kabul edilmektedir.

Uzay görüntülerinin yorumu çeşitli ölçeklerde gerçekleştirilmiştir. Başlangıçta foto-çizgisellikler ve 1:500 000 ölçekli siyah-beyaz 7. bant uzay görüntüsü mozayığından haritalanmıştır (Şek. 1) Bazı bölgeler renkli bileşik (colour composite) görüntülerden, 1:1 000 000 ve 1:500 000 ölçekte incelenerek denetlenmiştir. Daha büyük ölçeğe gereksinim olduğu yörelerde 1:250 000 ölçeğe kadar inilmiştir. Çeşitli ölçeklerde yapılan yorumları takiben bilinen cevher yatakları ve domsal yapılar 1:500 000 ölçekli çizgisellik haritası üzerinde tespit edilmiştir (Şek. 2). Aynı çizgisellik haritası üzerinde deprem odakları ve sıcaksu kaynakları yerleştirilmiştir (Şek.3). Farklı ölçeklerde yapılan incelemenin amacı, hedef sahalarını bölgesel ve yöresel ölçekte tespit etmek, bu sahalardaki çizgisellik, daire sel yapılar ve metalik maden yatakları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak, deprem odakları ve sıcaksu, madensuları ile çizgisellikler arasındaki (varsa) ilişkileri belirlemektir.

Yerel yapılarla ilgili çizgisellikler

Bunlar hava fotoğraflarında kolaylıkla belirlenebilen, fakat uzay görüntülerinde çok belirgin olmayan çizgiselliklerdir. Genellikle 10 km veya daha az uzunlukta olup, hava fotoğrafları ve arazi çalışmaları ile belirlenebilirler. Bu çizgisellikler kıvrım, fay, eklem ve damarların litolojik dokanak ve diğer ayrıntılı jeoloji verilerini içererek, cevher oluşumlarının doğrudan belirlenmesine yardımcı olabilir, Genellikle yüzey ve yüzeye yakın olayları belirlemeye uygun olup, yüzeylemeyen cevher yataklarının bulunması için kılavuz olamazlar. Bu çizgiselliklerde yönlenme tamamen içinde buldukları yapı ile ilişkilidir.

Uzay görüntülerinin incelenmesinde bu çizgisellikler belirlenmemiştir.

Bölgesel yapısal durumla ilgili çizgisellikler

Uzay görüntülerinin incelenmesinde, genellikle haritalanan çizgisellikler bölgesel olanlardır. Bunlar çoğunlukla 10-200 km uzunlukta dırlar. Bazı yerlerde daha uzun ve önemli çizgiselliğin parçası olabilirler.

Bölgesel yapısal durumla ilgili çizgisellikler, kıvrımların, fayların ve kıvrım zonunu belirleyen diğer yapıların belirtisidir. Büyük litolojik birimlerin dokanakları ve eklemeler de uzay görüntülerinde çizgisel bir görünüm arz ederler.

Bölgesel yapısal durumu gösteren çizgiselliklerde genellikle bölgesel bir yönelme gözlenir. Bu yönelme tektonik birimin iç özelliği ile ilişkili olup, çoğunlukla komşu veya yakın tektonik birimlerden farklıdır.

Bölgesel çizgisellikler maden aramada hedef sahalarının tespitinde ve cevher yataklarının toplandığı yer konumlarının belirlenmesinde önemli rol oynarlar. Belirlenen bu küçük alanlar, arazide daha ayrıntılı çalışma için hedef sahalarını oluştururlar. Cevherleşme ile çizgisellikler arasında büyük bir uyum gözlenmektedir. Özellikle Adana-Kayseri arasında (Mansurlu Bölgesi'nde), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Biga Yarımadası'nda ve Hasançelebi-Divriği Bölgelerinde, bu uyum dikkat çekicidir. Bilinen cevher yataklarının büyük çoğunluğu, bu çizgiselliklerin 1-5 km yakınında yer almaktadır.

Kabuksal tektonikle ilgili çizgisellikler

Kabuksal tektonik ile ilgili çizgisellikler, 200 km den daha uzun ve genellikle 1000 km veya daha uzun mesafelere kadar uzanabilirler. Bunlar çoğunlukla bölgesel yapısal birimlerin sınırlarının tamamını, bir kısmını veya bu yapısal birimler içinde farklı yapısal konumları ayıran bir zon belirledikleri gibi, bölgesel yapısal birimleri veya farklı yapısal konumdaki birimleri de kesebilirler.

Bu çizgisellikler, yüzeysel jeoloji yapılarının yönelmelerinin bileşimi olarak ortaya çıkar. Vadilerin veya sırtların aynı yönde uzanımı, toprak çeşidi, nem oranı veya bitki örtüsünün değişimine bağlı ton değişiminin çizgisel bir görünüm alması, bu çizgisellikleri belirler. Çoğu, çok belirgin olmayan dağınık bir zon şeklinde görülebilir ve kısa mesafede belirsiz olabilir. Bu çizgiselliklerin bir kısmı bilinen büyük faylarla çakışabilir.

Bu çizgiselliklerin uzun mesafe katetmeleri, söz konusu yapıların Landsat mozayiklerinden belirlenmelerini kolaylaştırır. Bu yapıların meteorolojik amaçla çekilen görüntülerde belirlenmesi daha kolavdır.

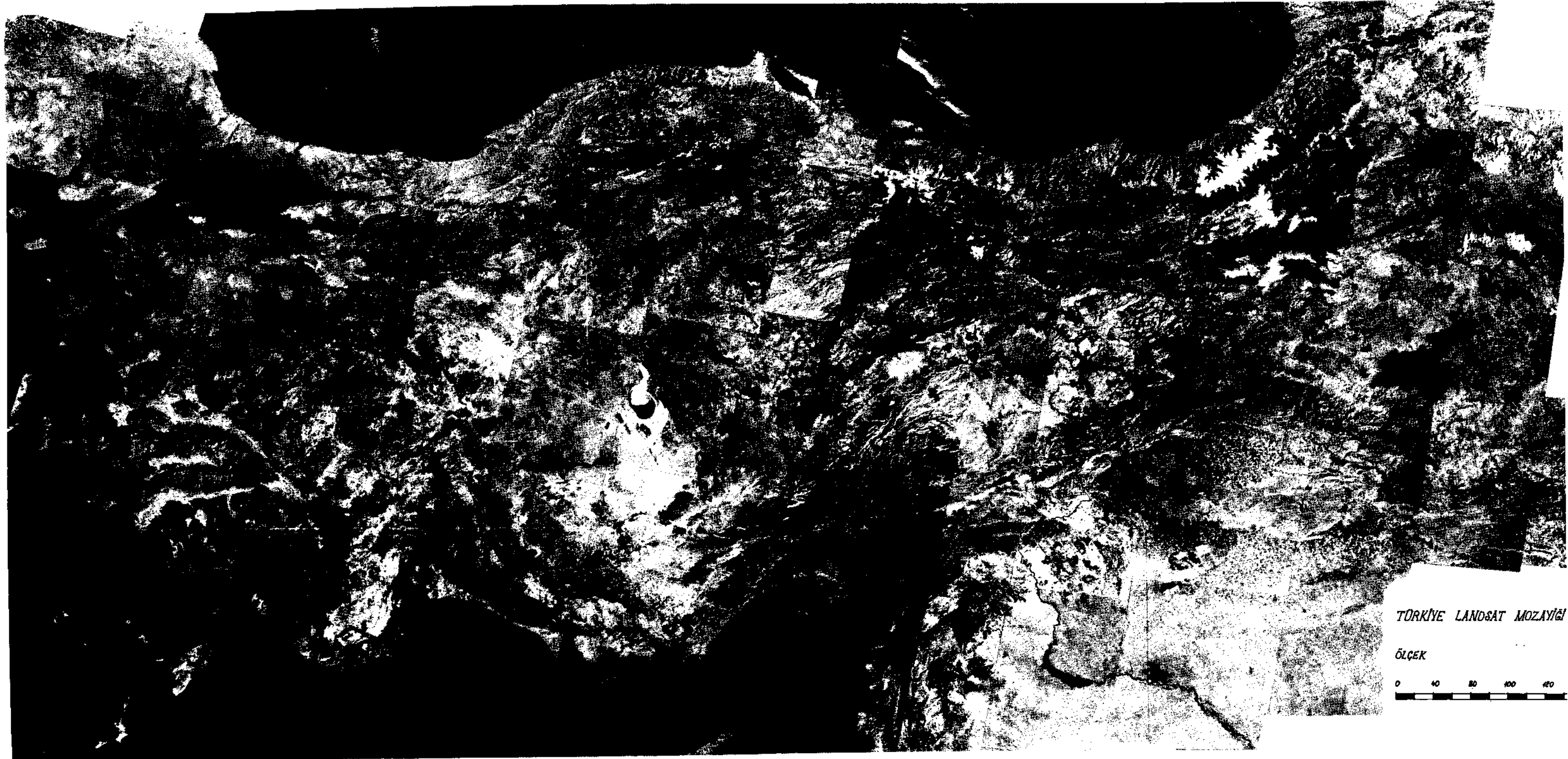
Dairesel yapılar

Dairesel yapılar çizgiselliklerin incelenmesinde dairesel bir çizgisellik olarak görülebilir. Bunlar da diğerleri gibi morfoloji ve ton değişimine göre belirlenirler ve bölgesel bir gelişme görünümü vermezler. Buna karşın tektonik konuma göre belli yörelerde yoğunluk kazandığı gözlenebilir (Niğde-Mansurlu, Bitlis Masifi, Doğu Karadeniz Bölgesi, Kuzeybatı Anadolu gibi). Bazı dairesel yapılar, büyük çizgisellikler üzerinde veya yakınında olduğu gibi, bazıları çizgiselliklerle çok az veya hiç ilişkili değildir.

Çapı onlarca kilometre veya daha küçük olan dairesel yapıların varlığı, yüzey jeolojisi ve buldukları tektonik konumdan belirlenebilir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunanların bir kısmı volkanik merkezlerle ilgili olabilir. Niğde-Mansurlu civarında, Kuzeybatı Anadolu, Bitlis Masifi civarındakiler ise, yüzeyde veya yüzeye yakın intruzif kayalarla ilişkili olabilir.

Maden yataklarının volkanik baca kompleksleri, kaldera, çarpma kraterleri, intruzif kayalar çevresinde alterasyon zonları ve dairesel porfiritik intruziflerle ilişkili olduğunun bilinmesi, bu yapıların incelenmesini önemli hale getirmektedir.

Uzay görüntülerinde dairesel yapılar, daire, eliptik veya iç içe halkalar ve radyal kırılmalar şeklinde kendini gösterir (Şek. 4).

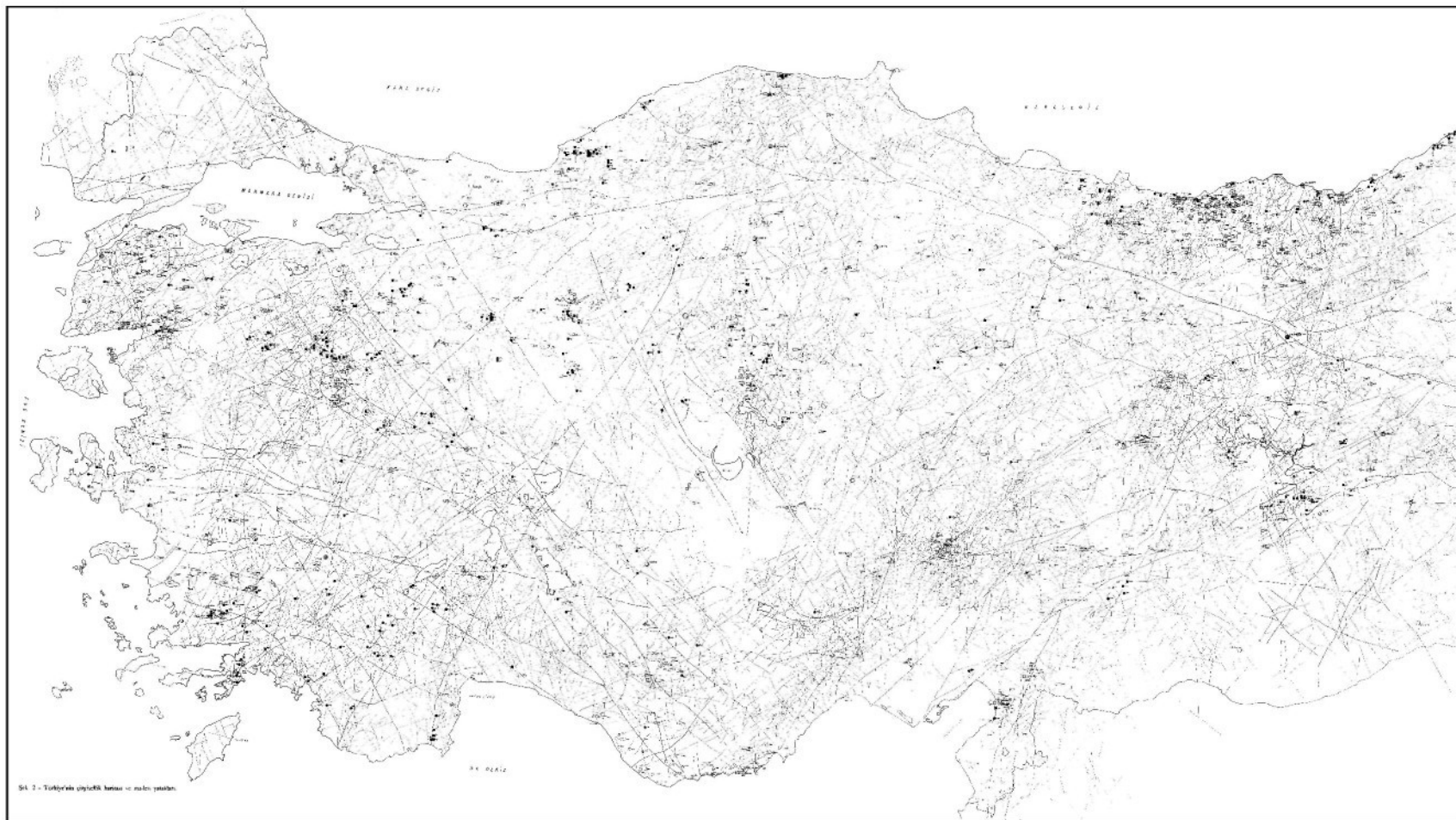


TÜRKİYE LANDSAT MOZAYİĞİ

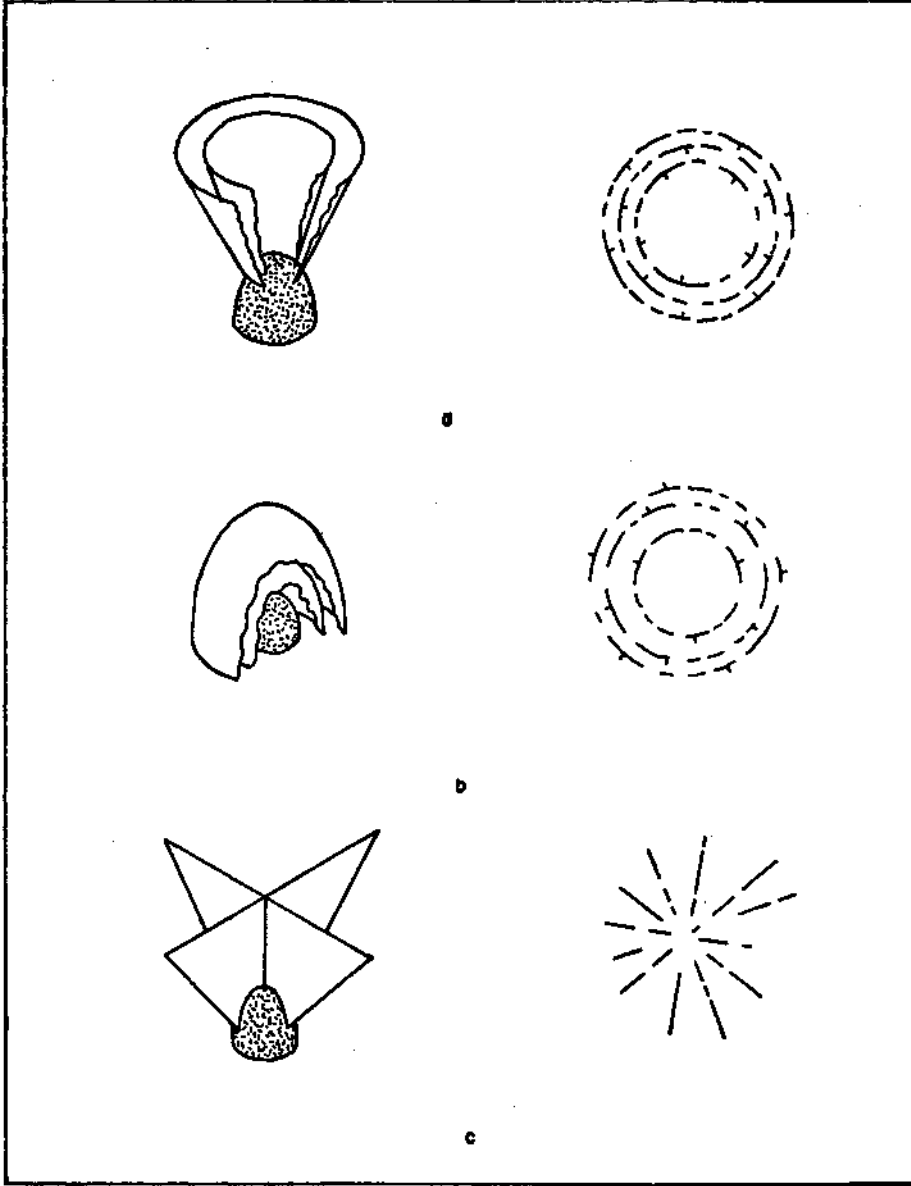
ÖLÇEK

0 40 80 100 120

Şek. 1 - Türkiye'nin Landsat görüntü mozayığı Band 7. (ölçek 1: 2 000 000)



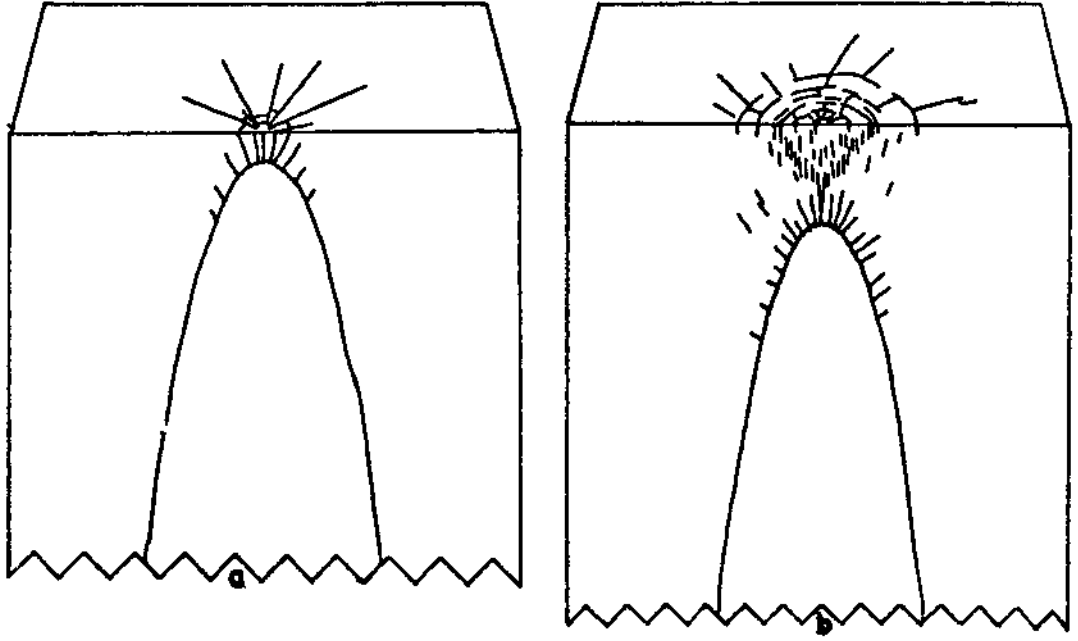
Sik 2 - Türkiye'nin yapılmış hatta ve inşaat planları.



Şek. 4 - Domsal yapıda kırılma şekilleri ve üstten görünüşleri.

a - Konik kırılma ve üstten görünüşü; b - Domsal kırılma ve üstten görünüşü; c - Radyal kırılma ve üstten görünüşü.

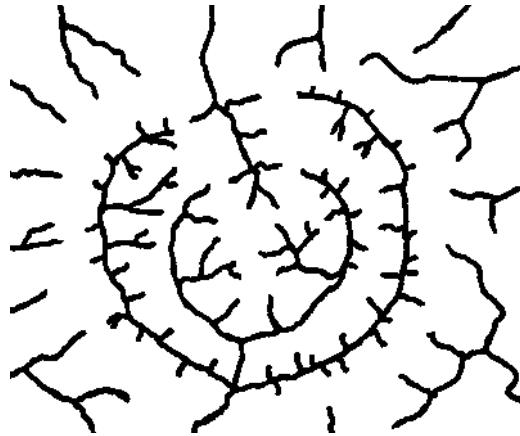
Koide ve Battacharji (1975), magma odası etrafında sonsuz bir elastik kayaç ortamında meydana gelebilecek kırık sistemleri için üç boyutlu bir çözüm önermiştir (Şek. 5). Kuramsal çözümlere göre, intrüzyon çevresinde belirgin radyal kırılmalar, belirgin halkalı kırıklar veya radyal ve halkalı kırık sistemleri ile magma intrüzyonlarına bağlı çeşitli boyut ve şekilde domsal yükselmelerin ortasında meydana gelen çöküntüler gelişir.



Şek. 5 - Dikine uzanan bir magma odasında artan basınca göre kırık sistemlerinin oluşması (Koide ve Battacharji, 1975).
a - Magma ve hidrotermal basınç (düşük); b - Magma ve hidrotermal basınç (yüksek).

Magma kütlelerinin çevresinde oluşan basınç dağılımı analizine göre, magma kenarından dışa doğru, kesintisiz tansiyon kırık zonu, kırılğan fay zonu, kırılğan olmayan fay zonu ve faysız zon oluşmaktadır. Kırılğan fay zonları kesintisiz tansiyon kırık zonları cevherleşme için elverişli ortamlardır.

Uzay görüntülerinde dairesel yapıları belirlemek için akaçlama şekilleri önemli kılavuz, oluştururlar (Şek. 6). Akaçlamaların belirginliği ise aşınma evrelerine göre değişir.



Şek. 6 - İlerlemiş bir aşınma sonucu domsal yapının drenaj sistemi.

HEDEF SAHALARI

Çizgisellik ve dairesel yapıları gösteren haritada 190 alanın cevher aramaları için hedef sahaları olabileceği izlenmiş ve bu alanların on bölgede gruplandıkları görülmüştür. Bu çalışmada göz önüne alınan metalik maden yatakları, Fe, Cu, Pb/Zn, Mn dir. Şekil 2 de bu maden yatakları ile çizgisellik ve dairesel yapıların doğrudan ilişkili olduğu açıkça görülmektedir. Ovalıoğlu (1973), çeşitli «data ve bilgilen» istatistik yöntemlerle değerlendirerek, Türkiye'de Cu-Pb-Zn maden yatakları bakımından ümitli olan bölgeleri tespit etmiştir. Adı geçen çalışmada varılan sonuçlar, bu çalışma ile paralellik göstermektedir. Uzay görüntülerini değerlendirerek yapılan çalışmalar ile ek iki bölgenin ümitli olup, yeterince araştırılmadığı sonucuna varılmıştır.

On bölgeden Güneydoğu Türkiye'nin ve Kuzey Anadolu kesiminin (Kastamonu çevresinin) yeterince araştırılmadığı ortaya çıkmaktadır. Hedef sahalarının bölgesel ölçekte değerlendirilmesinden sonra her bölgenin ayrıntılı incelenmesine geçilerek olası cevherleşme alanlarının belirlenmesine gidilmiştir. Bu amaçla ilk olarak Adana-Kayseri arasında Mansurlu çevresi incelenmiştir (Şek. 7). Bu bölgede KB-GD ve KD-GB yönlü kırık sistemlerinin kesişme noktalarında demir cevherleşmelerinin yerleştiği görülmüştür. Bütün cevherleşmelerin çapı yaklaşık 18-20 km olan dairesel bir yapı içinde yer almaktadır. Bu yapı derinde granitik bir sokulum kayacının belirtisi olabilir. Araziye yapılan gözlemlere göre, cevher getirici eriyikler KD-GB doğrultulu kırık sistemleri boyunca hareket edip, KB-GD yönlü kırık sistemleri ile kesim noktalarında metal içeriklerini bırakmışlardır. Kesim noktaları litoloji ve yapı olarak cevherleşmeye elverişli ise cevher yatakları bulmak olasılığı doğmaktadır.

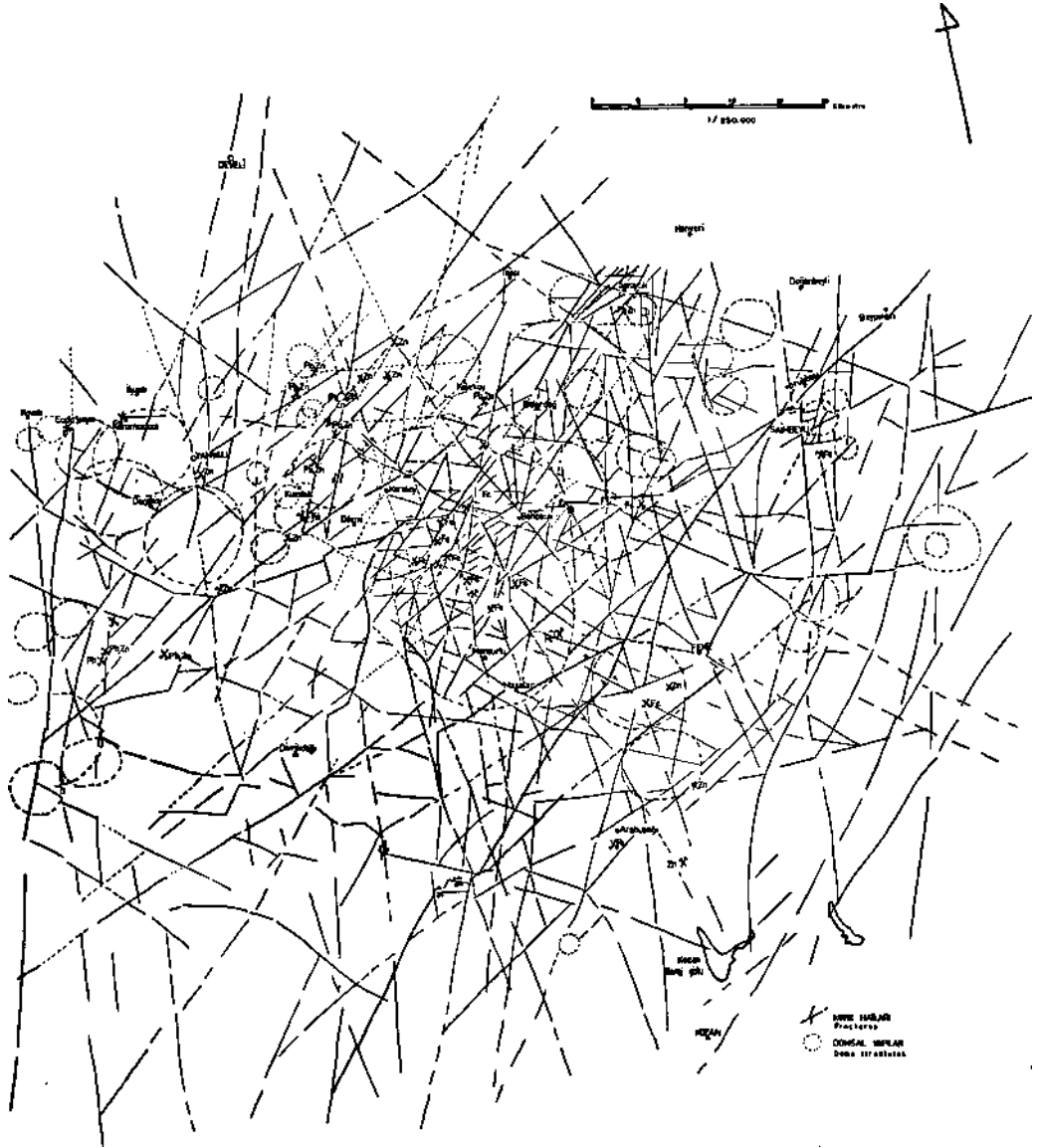
ÇİZGİSELLİKLER VE DEPREM ODAKLARI

1913-1970 yılları arasında depremler, Richter ölçeğindeki şiddetlerine göre 3-4,9, 5-6,9 ve 7 den büyük olmak üzere üç grupta ve derinliklerine göre de 0-70 ve 71-150 km lerde iki grupta incelenmiştir. (Deprem odakları A. Boray tarafından derlenmiş ve yayımlanmamış bir haritadan alınmıştır).

Kuzey Anadolu Fayı boyunca, 0-70 km derinlikte, üç şiddet grubundan depremler görülmektedir. Batıda Bolu çevresinde bu fay hattı parçalanma göstermekte, bir kol Adapazarı'ndan geçerek Tekirdağ'ın güneyinden devam etmektedir (Şek. 3). Bolu'dan güneye ayrılan kol İznik Gölü güneyinden ve Bandırma'dan güneybatı yönünde uzanır. Bandırma-Edremit Körfezi arasında bir zon üzerinde deprem odaklarının sıralanması, görüntülerden yeterince belli olmayan fay hattının gidiş yönünü belirlemesine karşın, bu bölgede fayın tek hat üzerinde devam etmediği izlenimini vermektedir.

Kastamonu'nun güneyinde Kuzey Anadolu Fayı'ndan kuzeybatıya bir kol ayrıldığı belirgin bir şekilde izlenmekte ve bu hat yakınlarında deprem odaklarının kümelendiği görülmektedir. Daha doğuda ana faydan ayrılan bir kol daha izlenmesine karşın, bu hat üzerinde elde edilen kayıtlara göre iki adet deprem odağı görülmektedir. Bu kollar, Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşumundan sonra kavis yapmadan bu hatlar üzerinden devam ettiği izlenimini vermektedir.

Erzincan yakınlarında Kuzey Anadolu Fayı, kuzeydoğu yönünde üç parçaya bölünmektedir. Kuzeyde kalan iki hat üzerinde önemli depremsellik izlenmemekte, daha güneyden Erzurum-Karaköse üzerinden devam eden hat üzerinde deprem odaklarının sıralandığı izlenmektedir. Bu hatların yanaltımlı fay olduklarını gösterir hiç bir belirti görülmemiştir.



Şek. 7 - Adana-Kayseri-Mansurlu çevresinde çizgisellikler, dairesel yapılar ve cevherleşmeler arasında ilişki.

Erzincan-Karlıova arasında kuzeye bir kol daha ayrıldığı ve Karlıova'da Güney Anadolu Fayı ile birleştikten sonra, birbirine paralel hatlar şeklinde Van Gölü yönünde Kuzey Anadolu Fayı'nın parçalanarak devam ettiği görülmektedir. Van Gölü'nün doğusunda KB-GD yönünde kırık hatları ve bunlar üzerinde deprem odaklarının sıralandığı görülmektedir. Karlıova'nın doğusunda yanal atım izlerine rastlanmadığı gibi, batıda olduğu gibi fay da keskin bir çizgisellik göstermemektedir.

Doğu Anadolu Fayı, güneyde Hatay ve Kahramanmaraş'ın güneyinden geçerek Hazar Gölü'nün güneyinden Karlıova'ya birleşen bu fay zonu belirgin olarak izlenmekte olup, Hazar Gölü çevresinde deprem odakları yoğun olarak toplanmıştır (Arpat ve Şaroğlu, 1975).

Kuzey Ege Bölgesi'nde Afyonkarahisar-Balıkesir arasında kalan zonda geniş bir alan paralel fay sistemleri ile geçilmekte ve çok sayıda deprem odakları bu zonda sıralanmış olarak görülmektedir. Bunun dışında Ege Bölgesi'nde deprem odakları fay zonlarına bir paralellik göstermeden dağılım göstermektedir.

Orta Anadolu'da KD-GB ve KB-GD yönünün hâkim olduğu bu bölgesel çizgisellikler, Tuz Gölü'nün batısında da KB-GD ve KD-GB hâkim yön olarak görülmesine karşın, KB-GD yönlü çizgisellikler kuzeye doğru ilerledikçe batıya kavislenmekte, KD-GB yönlüler ise doğuya kavislenme eğilimi göstermektedir.

Uzay görüntülerinde tespit edilen genç fay sistemleri ile depremsellik arasında yakın bir ilişki mevcuttur. Bu bölgesel kırık sistemlerinden başka, Anadolu'yu K-G, KD-GB ve KB-GD yönünde kesen devamlı çizgisellikler dikkati çekmektedir. Doğu Anadolu'da bu çizgisellikler Arap blokundan başlayıp, Kuzey Anadolu Fayı'nı da keserek kuzeye devam etmektedir. Bu çizgisellikleri oldukça genç, derin fakat yanal atımı çok küçük olan kırık hatları olarak düşünebiliriz.

ÇİZGİSELLİKLER VE MADENSULARI, KAPLICALAR

Depremsellik ile ilişkili olduğu saptanan bölgesel faylar özellikle kaplıcalarla paralellik göstermektedir. Madensuları ve içmeceler daha küçük kırık sistemleri ile de ilişkili olarak dağılım göstermektedir (Şek. 3).

Ege Bölgesi'nde grabenlerle madensuları, içmece ve kaplıcaların çok yakın ilişkili olduğu dikkati çekmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile Türkiye'de cevherleşme alanlarının on bölgede toplandığı görülmüştür. Her bölgede yapılacak ayrıntılı çalışmalarla arama sahalarını daha da küçültme olanağının olduğu ve olası cevherleşme sahalarının tespit edilebileceği görülmüştür. Hedef alanlarının foto-çizgisellik ve dairesel yapılarla doğrudan ilişkili olduğu saptanmıştır. Uzaktan algılama yöntemleri jeofizik, jeokimya ve jeoloji verileri ile birlikte kullanıldığında, başarı oranının artacağı şüphesizdir.

Deprem odakları ve kaplıcaların bölgesel fay zonları ile ilişkili olduğu saptanmış, bu zonların özellikle genç fay sistemleri olduğu tespit edilmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975, Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olayları : Türkiye Jeol. Kur. Bült., 18, 1, 91-101.
- Badgley, P.C., 1959, Structural methods for the exploration geologist: New York, Harper and Row, 280s.
- , 1959, Tectonic analysis as an exploration tool: Anı. Ints. of Mining and Metali, and Petroleum Engineers, Teck. Rap., 59169.
- » -- , 1962, The analysis of structural patterns in bedrock: Am. Inst. Min. Met. Eng., S. M. E. Trans., 225, 381-389.
- , 1965, Structural and tectonic principles: New York, Harper and Row, Publishers, 521s.
- Butler, B.S., 1933, Ore deposits as related to Stratigraphie, structural and igneous geology in the western United States, Part I, Summary, in Ore Deposits of Western States (Lindgren V.): New York, Am. Inst. Min. Met. and Petrol. Engrs., 198-240.
- Mayo, E.B., 1958, Lineament tectonics and some ore deposits of the Southwest: presented before Soc. Mining Eng., 8,5 Şek., 5s.
- Ovalođlu, R., 1973, Çeşitli data ve bilgileri istatistik metotlarla değerlendirerek Türkiye'de Cu-Pb-Zn mineralizasyonu bakımından ümitli olan bölgelerin tespiti: Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi.
- Schmitt, H.A., 1966, The porphyry copper deposits in their regional setting: Titley, S.R. ve Hicks, C.L., eds., Geology of the porphyry cooper deposits Southwestern North America: Tucson, Arizona da., The University of Arizona Press, 17-33.
- Terneure. F.S., 1955, Metallogenetic provinces and epoches: Bateman, A.M., ed., Economic Geology, fiftieth anniversary volume, Urbana da., Economic Geology, 38-98.
- Wisser, E.H., 1959, Cordüleran ore districts in relation to regional structure: Can. Inst. Min. Met., Jan. Issue, 4-11.