

Attepe (Mansurlu) Demir madeni'nin Jeolojisi

Geology of Attepe—Mansurlu Iron Mine

İsmail HENDEN Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara
Erhan ÖNDER Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZ: Attepe'de cevher Kambriyen yaşlı kireçtaşları içinde bulunmakta ve yapısal kontrolün cevherin yerleşmesinde önemli rol oynadığı görülmektedir. Cevher kırılma, faylanma ve litolojik kontrollerin etkisiyle meydana gelen bir «kapan»da yerleşmiştir.

Birincil cevher minerali siderittir ve az miktarda da hematit mevcuttur. Sideritin bozuşması sonucu cevher minerali gotit ve limonite dönüşmüştür. Bu bozuşma neticesinde cevherin tenörü yükseldiği gibi, safsızlık miktarının da çok düşük düzeye indiği görülmektedir.

Cevher hidrotermal metasomatik olarak kireçtaşları içinde yerleşmiştir. Yer yer kırık zonlarında boşlukların doldurulması ile de yerleşen cevherleşmeler görülmektedir. Cevher getirici eriyiklerin kaynağı domsal yapılar olarak yüzeyde belirtileri görülen derin intrüzyonlardır. KKD—GGB yönünde bu yapıları kesen faylar aracılığı ile eriyikler yüzeye ulaşmışlardır.

Çalışmalar sonunda Attepe'de toplam 4900 m sondaj yapılarak 34 milyon ton demir cevheri saptanmıştır. Cevher ortalama% 58.44 Fe, % 2.94 SiO₂ ve % 0.55 Al₂O₃ içermekte olup, yüksek fırın için hiçbir sorun yoktur. Cevherlerin tamamı açık işletme ile alınabilecek niteliktedir.

ABSTRACT: in Attepe, the ore is found within the Cambrian Limestones. Structural control has played an important role in the emplacement of the ore body. The ore has replaced the limestone in a faulted syncline.

Primary ore mineral is siderite with lesser amount of hematite. Siderite has almost totally altered to goethite and limonite, except in few places. Due to this alteration, grade of the ore has increased and impurities have been washed out.

The ore minerals, transported in hydrothermal fluids, replaced the limestone. Locally the ore minerals filled the fault zones. The source of the ore bearing fluids is thought to be a deep seated intrusion, which is expressed as a domal structure on the surface. The ore bearing fluids reached the surface by NNE—SSW trending faults.

During the exploration activities, 4900 m diamond drill holes have been made, and reserves are estimated as 34 million tons of iron with a grade 58.44 % Fe, 2.94 % SiO₂ and 0.55 % Al₂O₃.

GİRİŞ

Attepe demir madeni, Yahyalı'nın güneyinde, Karaköy—Mansurlu arasında yer alır (Şekil 1). Yarım asırdan beri bilinmesine karşın, büyük çapta bir madencilik yakın zamana kadar görülmemiştir. Bölgede ilk arama çalışmalarına 1927'de başlanmış, yüzeylemiş demir cevherleşmelerinin yer ve boyutları belirlenerek çevrenin demir olanakları üzerinde durulmuştur. Daha sonraları Blumenthal (1941) jeolojik haritalama çalışmaları yapmıştır. 1966 yılından itibaren M.T.A. demir sahaları üzerinde ayrıntılı çalışmalara geçmiştir. 1968'de bir rapor haline getirilen bu çalışmalar cevher yataklarının ayrıntılı jeolojisini ve yakılan sondajlı aramaların sonuçlarını içermektedir (Arkan, 1968).

Bu makale, 1974'de bölgenin yeniden ayrıntılı çalışmalara alınmasından bu yana Attepe demir madeninde yapılan araştırmaları içermektedir. Yeni çalışmalarda cevher oluşumuna katkısı olan bölgesel ve yöresel etkenler incelenmiş, yapısal ve litolojik konumun cevherin yerleşmesinde önemi araştırılarak yatağın gelişme yönü tesbit edilmiştir. Yapılan sondajlı aramalarla yatağın tüm rezervi görünür hale getirilmiştir.

JEOLJİK KONUM

Attepe demir madeni Paleozoyik metamorfik birimleri içinde yer alır (Şekil 2). Saha birbiriyle uyumlu olarak sıralanan ve aralarında dereceli geçiş gösteren metamorfik kayalardan oluşmaktadır. Birimler alttan üste doğru:

Killişist. Arazide açık sarı ve gri renklerde ayırt edilebilen bu şistler genellikle şistlenme gösteren çok ince taneler halinde illit, klorit, büyüklüğü 0.02—0.07 mm civarında az miktarda kuvars, feldspat ve çok nadir olarak da turmalin içerir. Çalışma sahasının taban serisini oluşturan bu şistler tektonik hareketlerin kayma tabanlarını oluşturmuştur. Şistlerin tabanının hiç bir yerde görülmemesine karşın kalınlığının 200—300 m den fazla olduğu gözlemlerle saptanmıştır. Seri içinde pirit minerallerine yer yer rastlanmıştır. Bunun bir kısmı organik olarak oluştuğu gibi, fay zonlarında götiple beraber görülen piritlerin kaynağının hidrotermal olması çok doğaldır. Cevher içinde de çok az miktarda rastlanan piritlere ilerde değinilecektir. Şistler içinde oluşan kırık zonları çevresinde görülen sert, düşük tenörlü demir cevherleşmeleri oldukça yaygındır.

Metakumtaşı. Kumtaşı—kuvarsit olarak da adlandırılabilceğimiz bu seri alttaki killi şistlerle dereceli geçişlidir. Dereceli geçiş bazı yerlerde birkaç metredir.

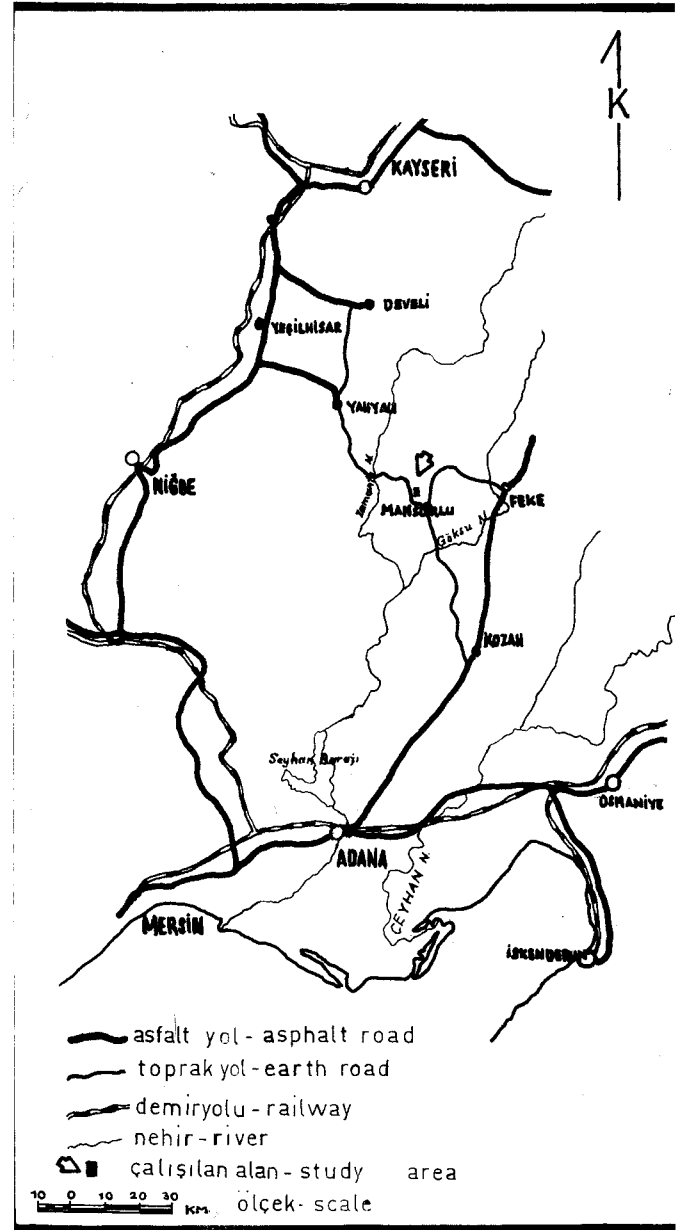
Seri sadece metakum taşından meydana gelmemiştir. Kumtaşı—kuvarsitler çoğunlukta olduğundan haritalama sırasında genellikle metakumtaşı olarak birlikte haritalanmıştır. Serinin kalınlığı 250—300 m kadardır. Seri içinde çeşitli birimlerin kalınlıkları yerden yere değişmektedir. Bunlar alttan üste doğru:

- 1) Alt geçiş zonu: Serisiteli ve kuvarşlı şist.
- 2) Kumtaşı—Kuvarsit: Tane büyüklüğü 0.04—0.4 mm arasında değişen, bazen kısmen granoblastik kenetlenme, kısmen serisit ve illitden oluşan bir çimento ile bağlanmış kuvars ve az feldspat'dan ibarettir. Doku Attepe civarında kata-klastiktir.
- 3) Kuvarşlı serisitik şistler: Kuvars çoğunlukta olmasına karşın şistozite yüzeylerinde serizitler görülmektedir.
- 4) Kumtaşı—kuvarsitten oluşan bu seviye 2 nin aynısıdır. Yalnız yer yer kireçtaşı mercceklerine rastlanmakta ve kloritli şist seviyeleri görülmektedir.

5) Üst geçiş zonu: Bu zon bir kaç santimetrelik kalkışit, kloritik şist ve kumtaşı—kuvarsit bandlarından oluşur. Kalkışit -ler oldukça silislidir. Alterasyon yüzeylerinde kloritik şistler kolayca aşındıklarından kayaç gözenekli bir görünüme sahiptir. Bu zon yer yer oldukça kalın olarak izlenebilir.

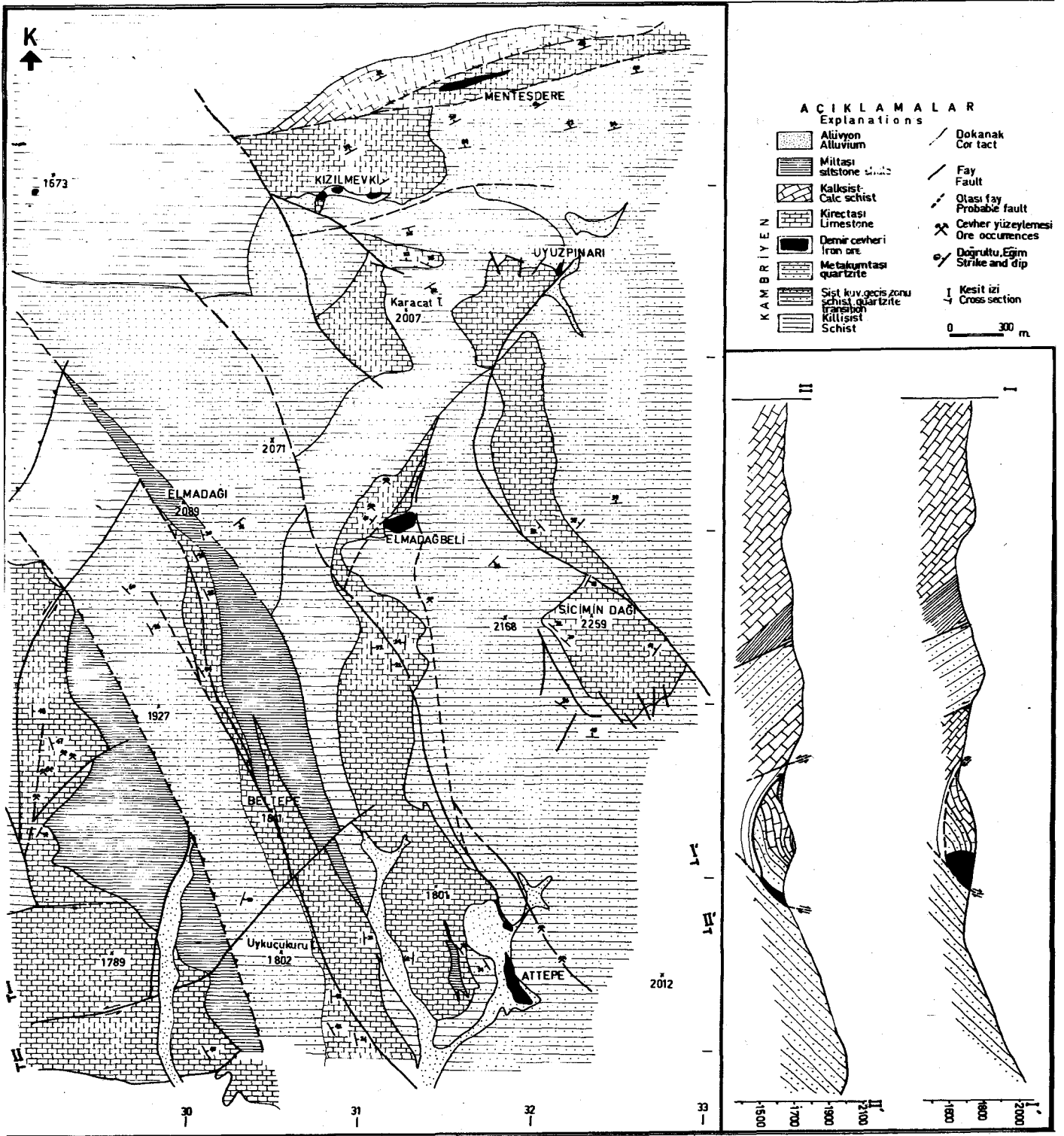
Kalkışitler ve Memerli, Dolomitli, Yumulu Kireçtaşları.

1) Kalkışitler: Metakumtaşları serisinin üst geçiş zonuun üstünde, kalınlıkları 2-40 m arasında olan kalkışitler, tane büyüklüğü 0.04 mm civarında ve belirgin sıralanmalar gösteren kalsit tanelerinden oluşmuştur, ayrıca içerisinde az miktarda kil mineralleri, kuvars, kısmen şistlenmeye paralel kalsit damarcıkları görülmektedir.



Şekil 1. Yer Bulduru Haritası

Figure 1. Index map of the study area



Şekil 2. Adana Fek e Mansurlu Attepe yöresi jeoloji haritası

Figure 2. Geological map of the Adana Fek e Mansurlu Attepe region

2) Mermerli Kireçtaşları: Kalkıştiller üzerine uyumlu olarak gelen mermerli kireçtaşları, ortalama tane büyüklüğü 0.6 mm olan mikro-mezokristalin kireçtaşları ve belirgin basınç ikizlenmeleri gösteren porfiroblastlar halinde kalsitler ve bu porfiroblastları birbirine bağlar durum gösteren büyüklüğü 0.04 mm civarında olan kalsit tanelerinden oluşmuştur.

3) Gri dolomitli kireçtaşları: Mermerli kireçtaşları dereceli olarak gri renkli dolomitli mikrokristalin kireçtaşlarına geçer. Cevherleşmenin yerleştiği bu zonun toplam kalınlığı 200—250 m civarındadır.

4) Killi mikrokristalin (Yumrulu) Kireçtaşları: Dolomitli mikrokristalin kireç taşlarının üzerine uyumlu olarak gelen yumrulu kireçtaşları içinde 0.04 mm tane büyüklüğünde kalsit çoğunlukta olup ayrıca çok az kuvars ve hematit izlenmektedir. Bu zon içinde birkaç santimetrelilik bandlar halinde kloritik şistlere rastlanmaktadır. Uzaktan sarımtırak rengi ile dikkati çeken bu zon yaklaşık 100—150 m kalınlığa sahiptir. Yer yer kalkıştilli seviyeler izlenebilmektedir.

Miltaş. Yumrulu kireçtaşları üzerine uyumlu olarak gelen bu seviye hemen hemen metamorfizma izi göstermemektedir. Sahada birkaç yerde (Attepe Madeninin batısında, ve Gliboz pınarının kuzey batısında) izlenebilir. Tek fosil içeren birim olarak bilinmesine karşın tarafımızdan fosil izine rastlanmamıştır. Eski çalışmalarla yapılan litolojik karşılaştırma sonunda bu birimin Üst Kambriyen — Alt Ordovisien olduğu daha alt seviyelerde killi şistlerin Orta Kambriyene kadar indiği anlaşılmıştır. Torosların çeşitli yerlerinde görülen bu seviyelerin hepsinde fosile rastlanmamaktadır (Özgül, 1976).

YÖRESEL TEKTONİK

Faylar genellikle K 20° — 40° D ve K 20° — 90° B yönündedir. Attepe çevresinde genellikle KB—GD, kuzeyde Kızıllı mevkii — Mentüş deresinde DKD—BGB yönünde, çoğunlukla ters fay niteliğinde olup, üstteki birimler şistlerin üzerinde yatay olarak hareket etmişlerdir. Hareket eden bu birimler kırılma olduklarından yer yer kıvrılırken kırılıp sürüklenmişlerdir. Bu hareketler sonucu metakumtaşları ve kireçtaşları şistlerle dokanak halinde yaygın olarak izlenebilmektedir. Yaklaşık D—B yönünde oluşan bu hareketler neticesinde kireçtaşları, metakumtaşları ve şistler birbirlerine paralel uzanan yüzeylemeler verirler ve dokanaklar çok yerde faylıdır. Bölgenin tektonik hatları uzay görüntülerinde çok açık olarak izlenebilmektedir. Baklava dilimi görünümünde olan bu fay sistemleri, Mansurlu ve Saimbeyli'yi içine alan yönenin D—B yönünde sıkıştırılmasından oluşmuş olmalıdır. Birkaçı Çukurovayı da baştan başa geçen bu fayların bir kısmının oldukça genç olduğu görülmektedir. Bölgede cevherleşmelerin bu fay sistemlerine bağlı oldukları ve cevherleşmelerin konumunun cevherin yerleşme ortamlarının uygun oluşuna bağlı olarak dağıldığı görülmektedir.

MADEN JEOLJİSİ

Attepe'de 1966—67 yıllarında yapılan çalışmalar sonunda toplam 21 adet sondaj yapılmıştır (SAT. 1 — SAT. 21). Bu sondajların neticesinde 3,3 milyon ton cevher rezervi hesaplanmıştır. Daha önce ayrıntılı olarak değinilen litolojik birimlerin hepsi Attepe'de izlenebilir. Cevher KB—GD yönünde uzanır. Güneyde yüzeyleme verdiği kısımda açık işletme ile cevher üretilmektedir. Yüzeylemenin kuzeyinde cevher 10—15 m döküntü yığınları altında örtülü kalır. Daha kuzeyde kireçtaşları cevherin üzerindedir (Şekil 3). Cevher kuzey—doğudan ankeritler ve killi şistlerle sınırlanmıştır. Kuzey—batıya doğru şist—cevher ve şist—kireçtaşı dokanaklarında belirgin ankerit-

leşmeler izlenir. Bu dokanak boydan boya faylıdır. Güneyde ve güney—batıda metakumtaşları yer alır. Cevher daha kuzeyde tamamen kireç taşlarının altında kalır. Cevherin metakumtası ile olan dokanağı faylıdır. O halde cevher her üç birimle de dokanak halindedir.

ATTEPE DEMİR MADENİNİN TEKTONİK YAPISI

Attepe demir madeninin oluşumunda en büyük etken tektonik etki ile litolojik birimlerin cevherleşme için çok elverişli bir konuma girmiş olmasıdır. Tektonik hareketlerin cevherleşme üzerindeki etkisini anlamak için maden çevresi ile ilişkiyi araştırmak gerekir. Doğu-i>atı yönünde sıkışma ile Kambriyen yaşlı birimlerde birbirini izleyen kıvrılma ve kırılmalar görülür. Bu birimler plastik bir deformasyon gösterme niteliğinde olmadıklarından kıvrılırken kırılmışlardır. Batıdan gelen bir itme hareketi ile Attepe demir madeni çevresinde kireçtaşları ve metakumtaşları şistler üzerinde kayarak yine şistlerin kenarına sıkışmıştır. Bu sıkışma sırasında kireçtaşları Diliboz pınarının kuzeyinden başlayıp, doğuya doğru bir antiklinal, bir senklinal ve daha sonra devrilen bir antiklinal ve senklinal yapı oluşturmuştur (Şekil 4—5). Son devrik kıvrımlar, devrilirken kırılmış ve antiklinal yapı senklinal üzerinde hareket ederek yaklaşık 150—200 m. genişliğinde bir kırık zon oluşturmuştur. Bu hareketler sırasında şistler üzerinde sürüklenen kireçtaşları ve metakumtaşları, şistleri *taban* kabul eden bir çanak oluşturmuştur. Çanağın tabanında yer yer metakumtaşları bulunmasına karşın sürüklenme sırasında metakumtaşları daha batıda kalmıştır. Böylece devrik antiklinalin içinde ve tabanında kalan bu metakumtaşları cevheri batıdan çevrelemiştir. Maydana gelen kıvrımın eksenini G 10° B yönünde 15° dalımlıdır. Bundan dolayı İFB istikametinde ilerledikçe metakumtaşları daha derinde ve kıvrılıp sürüklenme sırasında daha batıda kalarak cevher yakınlarına ulaşamamıştır. Böylece kuzeyde yapı çanak özelliğini kaybetmiş sadece kıvrılmış ve kırılmış bir kireçtaşından ibarettir. Bu da cevherin birikmesine olanak sağlamamış, parçalanıp dağılmasına neden olmuştur. Aşırı derecede kırılmaya uğrayan birimler üzerinde çok fazla miktarda eklem ve kırık yüzeyleri oluşmuş, kireç taşlarının da yeniden kristallenmesi sonucu tabakalanma yüzeylerini bulmak çok güç olmuştur. Sahada etkin tektonik hatları bulmak amacıyla bütün süresizlik yüzeylerinden ölçüler alınarak Kawraiski neti üzerine işaretlenmiştir. (Şekil 6a). Yapılan konturlamadan sonra olası kıvrım eksenini verecek yüzeylerin kutupları karşılıklı birer büyük ve küçük toplanmalar olarak görülür. Büyük toplanmalar etkin kıvrım eksenini yönündedir. Bunlardan başka netin kuzey ve güneyinde görülen birikimler meydana gelen kırık sistemlerini yansıtmaktadır. Attepe madeni civarı K 40° — 80° B yönünde kuvvetlerin etkisi altında kalmış, önemli fay sistemleri ve kıvrım eksenleri K 10° — 40° D arasında gelişmiştir. Buna karşılık özellikle K 50° — 60° B yönünde kırık sistemleri oluşmuştur (Şekil 6b). Kuvvetlerin geliş yönüne paralel olan bu doğrultu cevheri getirici eriyiklerin izlediği yön olmuştur. Yalnız Attepe civarında bu yönde K 20° B ya doğru bir değişim olduğu görülür.

ATTEPE DEMİR MADENİ CEVHER MİNERALLERİ

Attepe'de çoğunlukla görülen cevher minerali göttittir. Yatağın çeşitli yerlerinde FeOOH mineralleri çeşitli formlarda yayılmış olarak görülmektedir. Bu demir hidroksit mineralleri işletilen ocakta yer yer iyi korunan kısımlarda FeOOH olarak iğnecikler halinde gözlenebilmekte ve çok güzel ınsal ve ritmik sıralanmalar göstermektedir. Cevherin yüzeye yakın kısmında genellikle amorf hidroksit (limonit) izlenmektedir. Cevher mineralleri içinde, çok az miktarda hematit görülmekte ise de makro düzeyde fark edilebilecek kadar değildir. Attepe'de

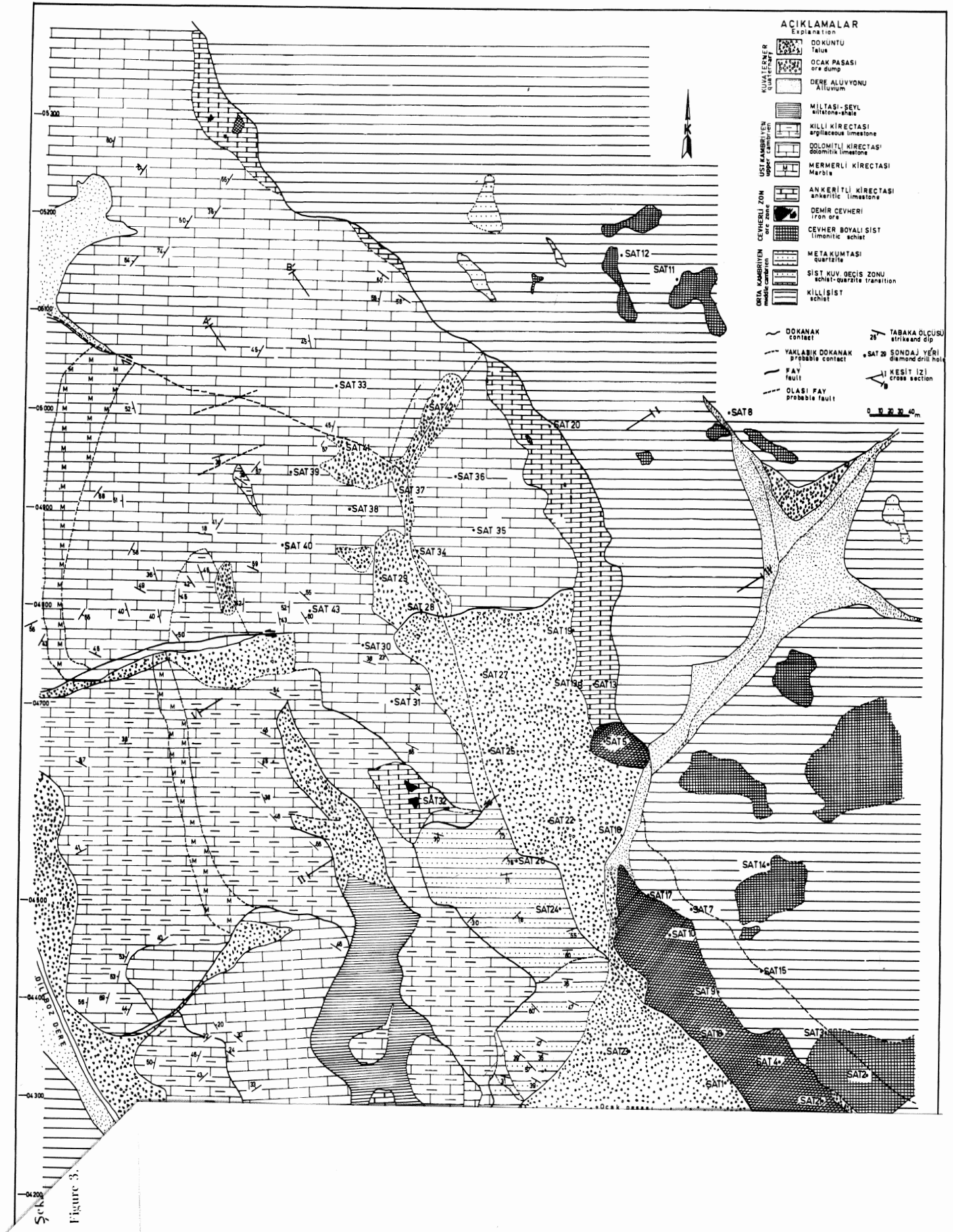
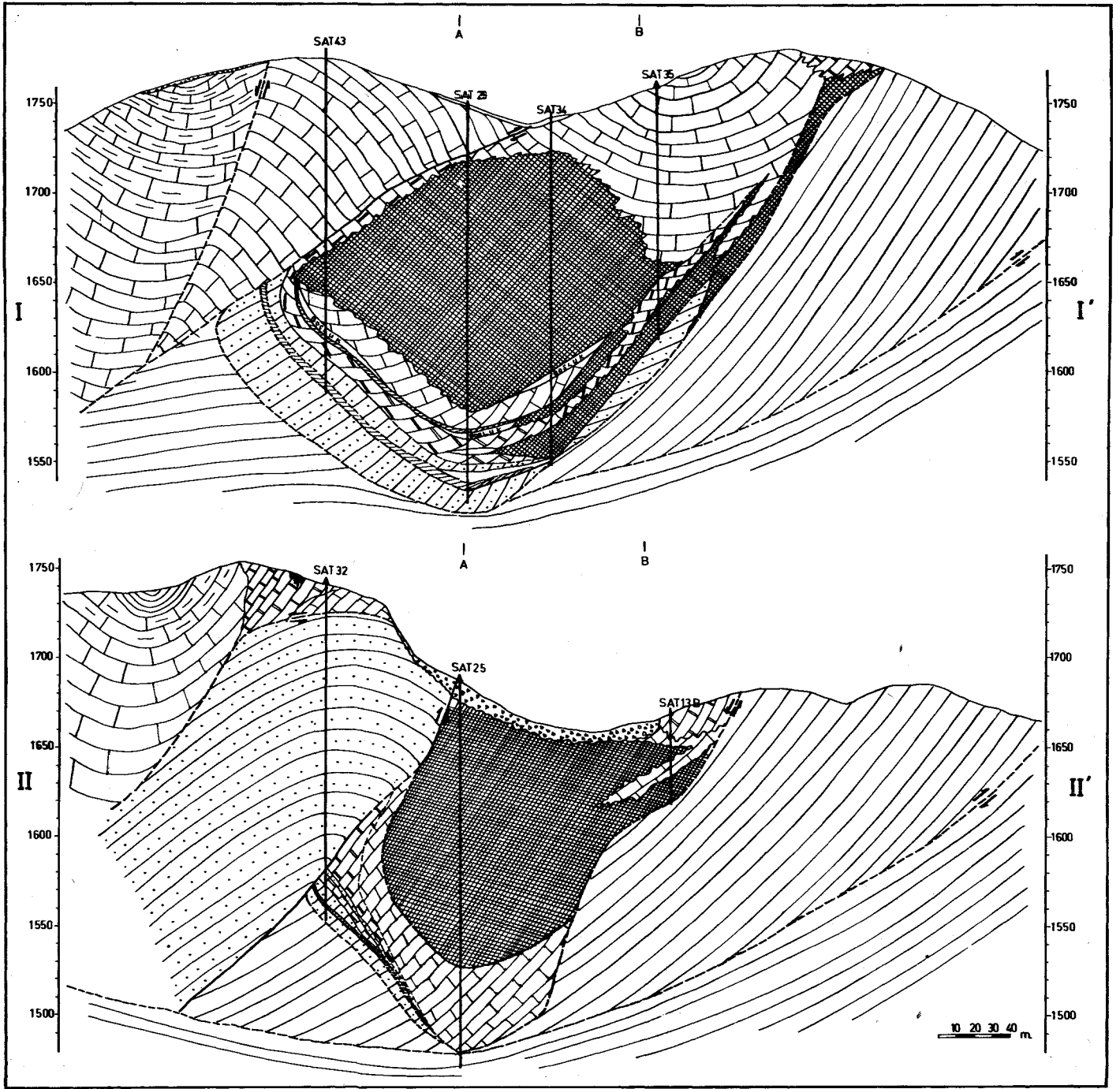


Figure 3.

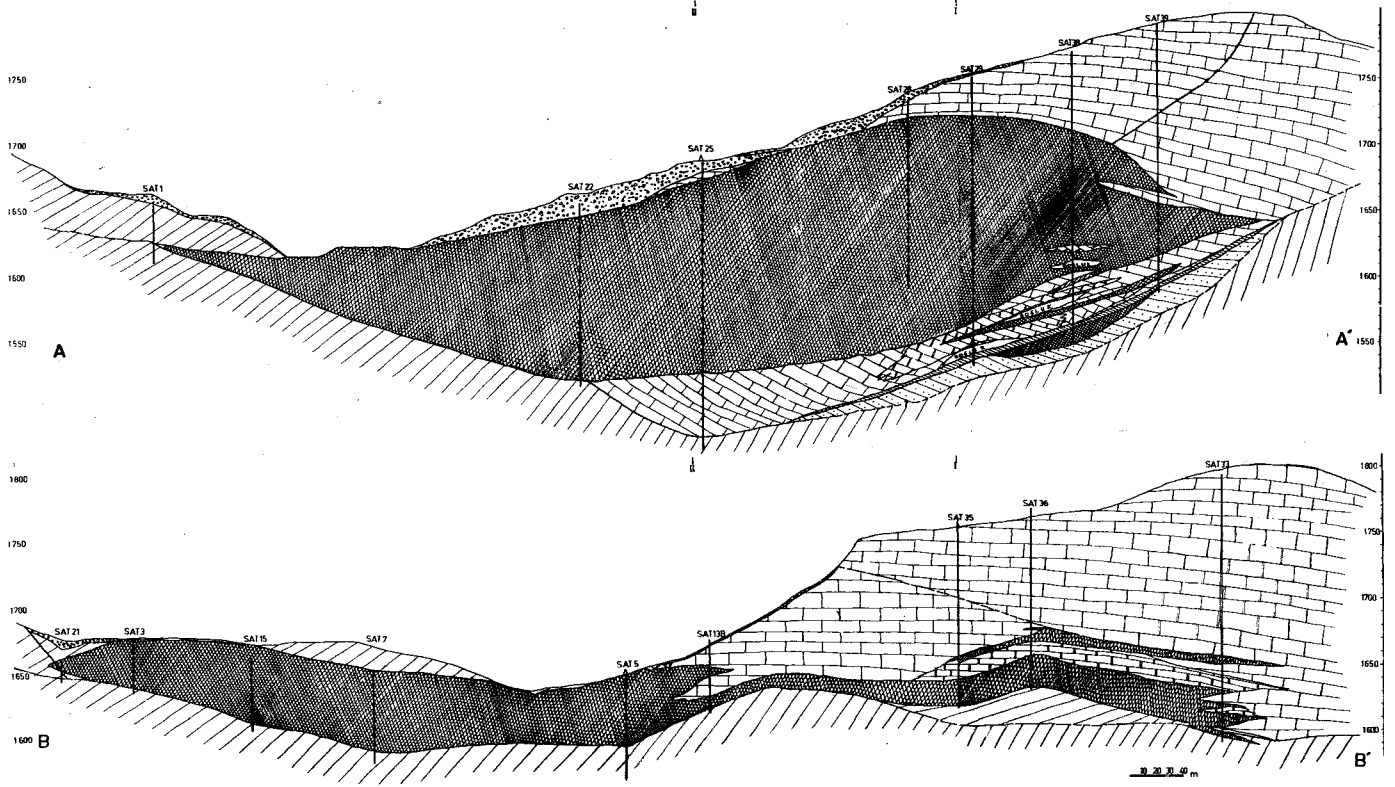


Şekil 4. Adana Feka Mansurlu Demir Madeni jeoloji kesitleri (Kuzey doğu—Güneybatı yönlü)

Figure 4. Cross sections of Attepe iron deposit (Northeast—Southwest direction)

miktarı az olmasına karşın belki de en önemli sayılabilecek mineral siderittir. Siderit pseudomorfları götit örneklerinin incelenmesinde çok az olarak izlenebilmektedir. Bu mineralin asıl varlığı sondajlarda görülmüştür. Daha sonra da değinileceği üzere SAT-25 sondajı 90-105 m arasında 15 m siderit kes-

miştir. Bunun dışında çeşitli sondajlarda çok az miktarda da olsa siderit izlenmiştir. Genellikle 0.04 mm — 5 mm arasında değişen hipidiomorf oluşumlar halinde olan sideritler, kataklitik dokuya sahiptir. Tamamen siderit olmayan kısımlarda demir hidroksit izlenmekte fakat, sideritten demir hidrokside



Şekil 5. Adana Fekre Mansurlu Demir Madeni jeoloji kesitleri (Kuzeybatı—güneydoğu yönlü)

Figure 5. Cross sections of Attepe iron deposit (Northwest—Southeast direction)

geçiş çok açık olarak izlenebilmektedir. Cevher minerali içinde çok az miktarda piritte rastlanmıştır. Pirit siderit içinde bozmuş olarak çok ince kılcal damarlar şeklinde görülmekte, götit içinde ise pseudomorfları izlenebilmektedir. Cevher içinde gang mineralleri yok denecek kadar azdır.

Cevherleşmeye bağlı olarak genellikle cevher—kireçtaşı arasında yaygın ankeritleşmeler izlenebilir. Ankeritleşmeler cevherleşmenin çok zayıf olduğu çevrede rastlanan küçük oluşuklarda açık olarak göze çarpar ve çoğu madenciler tarafından cevher zannedilmiştir. Zayıf cevherleşme alanlarında genellikle metakumtaşı—kireçtaşı ve şist—kireçtaşı dokanaklarında izlenir. Ankeritleşmenin cevherleşme ile çok yakın bağlantısı vardır. Bu bağlantıyı belirginleştirmek için ankerit mineralinin bileşimi ve oluşumuna bakmak gerekir. Ankeritin genel formülü $Ca (Mg, Fe^{+2}, Mn) (CO_3)_2$ şeklindedir. Asıl element değişimi Fe +2 in Mg un yerine alması ile olur. Bir miktar Mn da Fe—Mg konumuna yerleşebilir. Ankerit terimi Mg: Fe = 4:1 olan bileşimler için kullanılır. Eğer bileşimde Mg yerini alan % 20 ye kadar Fe veya Mn varsa ferroandolomit adını alır, bundan daha fazla Fe veya Mn bulunursa ankerit olur. Tabiiatta ferrodolomite — $CaFe (CO_3)_2$ — rastlanmamıştır, fakat % 20—37 $FeCO_3$ içeren ferroankeritlere çok rastlanır ve sideritle beraber bulunur. Sedimanter kayalar içinde ankerit, hidro termal ve alçak—sıcaklık metasomatizması sonucu oluşur. Daha çok galen—spalerit—florit—barit damarları ile birlikte bulunur ve kireçtaşının yerini almış olarak görülür. Sideritin bulunduğu bu tip cevherleşmelerde ankerit ana cevherleşmeye sideritten daha uzakta kalsitten daha yakında bulunur (Deer,

Howie, ve Zussman, 1970). Görülüyor ki, ankerit burada hidro-termal metasomatik (alçak—sıcaklık) bir etkinliğin olduğunu kanıtıyor ve cevher mineralinin de başlangıçta siderit olabileceğini destekleyen bir ipucu olarak beliriyor.

SONDAJLAR

Daha önceki çalışmalar sırasında (Arkan, 1968) 21 adet sondaj yapılmıştır. Bu sırada yapılan jeoloji haritası cevher yatağının kuzey ve kuzeybatı yönünde gelişebileceğini göstermiştir.

Yatağın gelişme yönünü saptamak ve yeni sondajların planlanmasında yardımcı olmak amacı ile eşkalınlık —eştenör haritaları (Şekil 7) ve yatağın taban ve tavan eşyükseklik haritaları da hazırlanarak sondajlar sırasında cevhere giriş ve çıkış düzeyleri önceden kolaylıkla bilinebilmiştir.

Bu haritalar yatağın değerlendirilmesi, rezerv ve tenör hesaplarının yapılmasında da kullanılmıştır.

Cevher yatağı SAT 28 ile SAT 29 arasında 150 m kalınlığa ulaşır. Bu kısım yatağın en kaim yeri olduğu gibi tenörün de en yüksek olduğu alandır, üstte bulunan kireçtaşının cevheri aşınmaya karşı korunması buna neden olmuştur.

Şekil 8 de sondajların yatak üzerindeki dağılımı toplu halde görülmektedir.

TENÖR HESAPLARI

Attepe'de daha önce yapılan 21 adet sondaja ek olarak 22 adet daha yapılarak toplam 43 adet sondaj gerçekleştirilmiştir. SAT—22 ile SAT—43 arasında yapılan sondajlarda cevher düzeylerinin ortalama 3 m de bir yarılanmış karot analizleri yaptırılmıştır. Daha önce yapılan sondajların hepsinin analiz sonuçları bulunamamıştır. Başlangıçta sondajların bir kısmında örneklerin spektral analizleri yaptırılmış ve istenen element sayıları geniş tutulmuştur. Çalışmalar ilerledikçe yatağın oldukça homojen olduğu anlaşılmış ve sadece Fe, SiO₂, Al₂O₃ analizlerinin yeterli olduğuna karar verilmiştir. Yaptırılan analizlerde görüldüğü gibi diğer elementler ya eser denecek kadar az veya yüksek firma verilebilecek niteliktedir.

Sondajların ağırlıklı tenör hesapları.

$$\frac{ZALXTL}{ZAL} = T_s$$

formülüne göre hesaplanmıştır (McKinstry 1948; Sandier 1962).

- AL = Sondajda yarılanarak örnek alınan uzunluklar
- TL = Örnek alınan uzunluğun analiz neticesi
- SAL = Toplam cevher kesilen uzunluk
- T_s = Sondajın ağırlıklı tenör ortalaması

Sondajların ağırlıklı tenör hesaplamasından sonra yatağın ortalamasını bulmak için çeşitli yöntemler denenmiş ve sonuçlarının çok yaklaşık olduğu ortaya çıkmıştır.

1) Rezerv hesaplarına esas alınan kesitler üzerine düşen veya çok yakınında olan sondajların ağırlıklı ortalamalarına göre tenör hesabı.

$$\frac{ST_XALC}{ZAL_s} = T_k$$

- T_s = Sondajın ağırlıklı tenör ortalaması
- A L = Sondajda kesilen toplam cevher kalınlığı
- T_{ij} = Kesit ağırlıklı tenör ortalaması

Bu sonuç kullanılarak, her kesitin temsil ettiği cevher alanlarına göre yatak ortalaması hesaplanır.

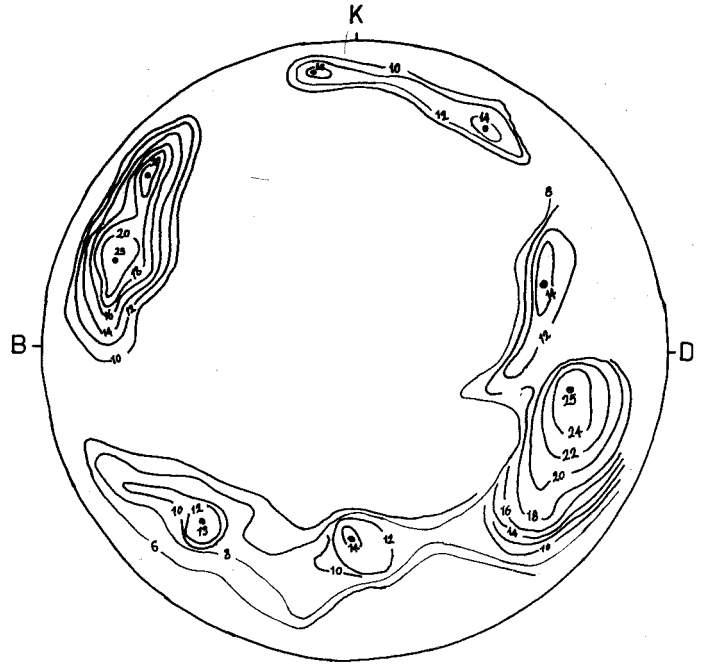
$$\frac{2 T_k X S}{2 S}$$

- T_{ij} = Kesit ağırlıklı tenör ortalaması
- S = Kesit alanı
- T = Yatağın ağırlıklı tenör ortalaması

2) Rezerv hesaplarına esas alınan kesitler arası bloklara göre ağırlıklı tenör ortalaması: bu metodla yatak boyunca her dilimin rezervine karşılık tenörleri ortaya çıkmış oluyor ki bu da işletmecilik açısından kullanışlıdır.

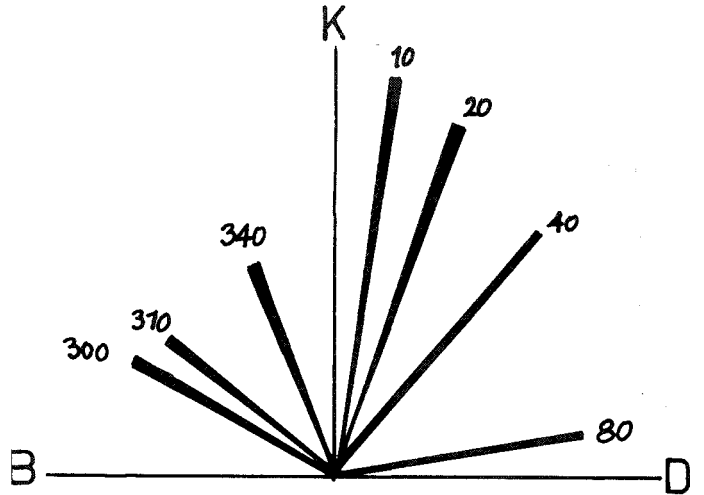
$$\frac{(T_{k_1} X S_1) + (T_{k_2} X S_2)}{(S_1 + s_2)}$$

- T_{ij} = Yukarıda hesaplanan kesit ortalama tenörü
- S = Kesit alanı
- T_g = İki kesit arasında kalan cevher blokunun ağırlıklı tenör ortalaması



Şekil 6a. Attepe demir madeni kontur diyagramı

Figure 6a. Contour diagram of Attepe Iron Deposit



Şekil 6b. Önemli kırık zonlarının yönleri

Figure 6b. Directions of main fracture zones

Buradan giderek; yatağın ortalamasını hesaplamak için:

$$\frac{\sum T_B \times W_B}{\sum W_B} = T$$

- T_B = Kesitler arası blokların ortalama tenörleri
- W_B = Her blokun rezervi (ton)
- ∑ W_B = Yatağın toplam rezervi
- T = Yatağın ağırlıklı ortalama tenörü

3) Yatak üzerinde yapılab cevher kesen bütün sondajlara göre tenör hesabı:

$$\frac{\sum T_s \times \Delta L_s}{\sum L_s} = T$$

T_s = Her sondajın ağırlıklı ortalama tenörü

ΔL_s = Her sondajda kesilen toplam cevher kalınlığı

T = Yatağın ağırlıklı ortalama tenörü

Yukarıda belirtilen hesaplamalar Çizelge 2'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu sonuçların bir karşılaştırmasını yaparsak:

	Fe %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %
1) Kesitlere göre tenör hesabı	58.43	2.95	0.41
2) Bloklara göre tenör hesabı	58.44	2.94	0.55
3) Sondajlara göre tenör hesabı	58.38	3.02	0.37

Görüldüğü ki, sonuçlar arasında büyük bir tutarlılık vardır.

Çizelge 1 de görüldüğü gibi safsızlığa sebep olabilecek elementlerin hepsi de eser veya o düzeye yakın bulunmaktadır.

Sondaj No	As	P	Mn	Ba	Ti	Ni	CaO	Mg	S	Cu
SAT-5	Eser	Eser	0.82						0.23	
SAT-7	Eser	Eser	0.89						0.22	
SAT-9	Eser	Eser	0.94						0.03	Yok
SAT-10	Eser	Eser	0.81				0.94		Eser	Yok
SAT-15	Eser	yok	0.74				0.44			Yok
SAT-18	Eser	Eser	0.74				0.25		Eser	Yok
SAT-22	0.04	0.01	0.43	0.0045	0.0084	0.0029	0.0521	1.87	0.0647	0.00083
SAT-25	0.015	0.01	0.53		0.007	0.00022	0.081	0.06	0.085	0.0003
SAT-27	0.009	0.01	0.53		0.0052	0.00281	0.057	0.05	0.095	0.0006
SAT-28	0.01	0.01	0.76						0.01	

Çizelge - 1 Safsızlık ortalamaları (%)

REZERV HESAPLARI

Rezerv hesapları için cevher kütlelerini enine kesen kesit yönleri kullanılmıştır. Kesitler arası uzaklık 50 m olarak seçilmiştir. Bu enine kesitlere dik olarak 50 m aralıklarla kesitler de hazırlanmıştır. Yatağın boyuna olan bu kesitler rezerv hesabında kullanılmamıştır. Zira kesitlerin birbirinden diğerine geçişte cevher kesit alanında önemli değişiklik olmakta ve bu da rezerv sonucunun güvenilir olmasını engellemektedir. Sondajlar yapılırken, bu 50 m X 50 m kareli düzeninin 10 m lik köşelerine sondajların yerleştirilmesine özen gösterilmiştir. Fakat çeşitli nedenlerle bu her zaman mümkün olmamıştır.

Rezerv hesaplamaları için enine kesitler üzerinde cevher alanları planimetre ile ölçülmüş ve bu alanlardan rezerv hesaplamalarına gidilmiştir. Götit'in özgül ağırlığı 3'ün üzerinde olmasına karşın, cevher gövdesinde yer yer boşluklarda gözönüne alınarak özgül ağırlık 3 ton/m³ olarak kabul edilmiştir. Her sondajdan alınacak örneklerin özgül ağırlığının ölçülerek daha güvenilir bir sayıya varılması daha uygun olabilirdi, fakat alınan karot oranları çok düşük olduğu gibi, geçilen küçük boşluklar iyi bilinmemekte ve özgül ağırlığı düşük olan yumuşak cevherden de örnek alma olanağı bulunamamıştır.

Rezerv hesabı için

Kesit No	Kesit alanı S (m ²)	Kesitler arası Rezerv (milyon ton) $\frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}}{3} \times d \times \gamma = W_B$	Kesit üzerine düşen sondajlar	Kesit üzerindeki sondajlara göre ağırlıktanör			Kesitlerarası bloklara göre ağırlıklı ortalama tenör		
				$\frac{\sum T \times \Delta L_S}{\sum \Delta L_S} = T_K$			$\frac{\sum T_K \times S}{\sum S} = T_B$		
				% Fe	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃
I-I'	3.550	1.008.411	SAT 33	57.74	3.54	0.90	57.62	2.98	0.38
II-II'	10.510	1.875.578	SAT 39, 41, 42	57.58	2.80	0.21	58.13	2.80	0.34
III-III'	14.610	2.583.765	SAT 40, 38, 37	58.52	2.81	0.44	58.02	3.50	0.37
IV-IV'	19.980	3.333.871	SAT 43, 36	57.66	4.00	0.32	58.23	3.46	0.32
V-V'	24.550	3.858.885	SAT 43, 29, 34, 35	58.70	3.02	0.32	59.26	2.38	0.26
VI-VI'	26.920	3.960.498	SAT 30, 28	59.78	1.79	0.21	59.95	1.92	0.20
VII-VII'	25.890	3.546.057	SAT 31, 19	60.12	2.06	0.19	59.72	2.27	0.16
VIII-VIII'	21.460	2.827.077	SAT 27, 19	59.23	2.52	0.13	58.67	1.90	0.13
IX-IX'	16.350	2.432.221	SAT 25, 13B	57.93	1.09	0.14	57.83	2.63	0.40
X-X'	16.830	2.203.303	SAT 5, 22	57.72	4.2	0.66	57.78	4.06	0.66
XI-XI'	13.340	1.763.383	SAT 22	57.85	3.9	0.66	57.50	3.63	0.83
XII-XII'	10.240	1.321.215	SAT 24, 16	57.05	3.27	1.06	56.83	3.34	1.05
XIII-XIII'	7.450	0.944.506	SAT 24	56.53	3.44	1.04	57.23	3.56	0.85
XIV-XIV'	5.210	0.616.441	SAT 10, 7	58.22	3.73	0.57	57.00	5.20	0.61
XV-XV'	3.100	0.513.704	SAT 9, 15	54.95	7.68	0.69	55.49	7.26	0.695
XVI-XVI'	3.760	0.548.931	SAT 23, 18, 19, 15	55.93	6.91	0.70	56.99	4.96	1.12
XVII-XVII'	3.560	0.416.403	SAT 1, 4, 3	58.1	2.90	1.57			
XVIII-XVIII'	2.060	0.051.500	SAT 21, 2						
TOPLAM	S = 228.620	W = 33.805.749		$\frac{\sum T_K \times S}{\sum S}$			$\frac{\sum T_B \times W_B}{\sum W_B}$		
				58.43	2.95	0.41	58.44	2.94	0.55

Çizelge - 2 Attepe Demir Madeni Rezerv ve Tenör Hesapları

$$\frac{S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}}{3} \times d \times \gamma = W_B \text{ formülü uygulanmış}$$

tır. (McKinstry 1948; Sandier 1962). S₁ ve S₂ bir blokun iki yanını oluşturan paralel kesitler, d = kesit arası uzaklığı = 50m. yoğunluk = 3 ton/m³

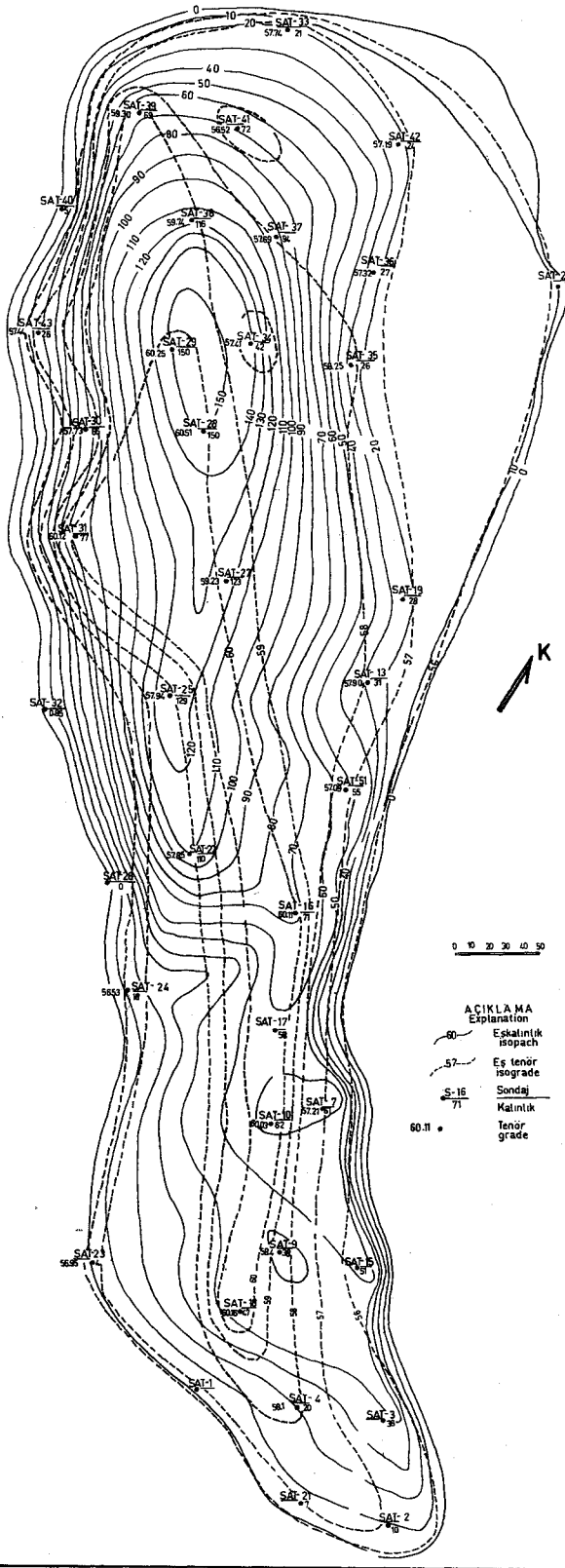
Formülde yer alan $\sqrt{S_1 \times S_2}$, kesitlerde meydana gelen değişimden doğacak hata payını azaltmak için konulmuştur.

Yukarıda her yönü ile açıklanmaya çalışılan yatağın tenör ve rezervi şu şekilde özetlenebilir. Attepe demir madeni ortalama % 58.44 Fe, % 2.94 SiO₂ ve % 0.55 Al₂O₃ ortalama temörlü 34 milyon ton demir cevheri rezervine sahip bir yataktır. Cevherin yüksek fırında ve işlenecek son ürün çelik mamülünde sorun yaratacak hiç bir yabancı maddesi yoktur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Cevherin oluşumu üzerinde etkili olabilecek, daha önce incelediğimiz konuları sıralarsak;

- 1) Cevher yatağının jeolojisi ve cevherin dokanak kayaları ile ilişkisi



Şekil 7. Adana Feka Mansurlu Attepe demir madeni Eşkalınlık ve Eştenör haritası

Figure 7. Isopach and isograde map of Attepe iron deposit

- 2) Bölgesel ve yöresel tektonizma
- 3) Cevher mineralleri ve ankeritleşmenin önemi
- 4) Cevher gövdesinin genel şekli ve tenör değişimi
- 5) Cevher içinde demir dışı diğer elementlerin dağılışı

Yukarıda beş madde halinde sıralanan özelliklere bakarak cevherleşme açısından değerlendirecek olursak şöyle bir sonuç çıkar.

1) Cevher içinde yerleştiği dolomitli kireç taşları ile iç içedir ve kireçtaşları metasomatizmaya uğramıştır. Metakumtaşları ve şistler içinde de yer yer çatlakları dolduran ve kireçtaşı merceklerin yerlerini alan cevherleşmeler görülmektedir.

2) Bölgesel olarak bir sıkışma zonu söz konusudur, ve baklava dilimi şeklinde Eosen yaşında faylar izlenebilmektedir. Yöresel olarak itme fayları (ters) hakimdir, metakumtaşları ve kireçtaşları şistler üzerinde hareket etmiştir. Bu hareket sonucu geniş bir kırık zon oluşturan devrik bir antiklinal ve senklinal yapı oluşmuş olup, kıvrım eksenini G 10 B yönünde 15 dalmıştır. Bu yapı ideal bir tektonik küvet oluşturmuştur.

3) Cevher minerali sideritten dönüşmüş göttir. Cevherle kireçtaşı arasında ankeritleşmenin varlığı metasomatik zonlaşmayı gösterir önemli bir kanıttır.

4) KB—GD yönünde uzanan cevher yatağı bu doğrultuda oluşan kırık zonunun cevherleşmesinden oluşmuştur. Bir tarafı daha geniş bir elipsi andıran bu oval yataklanma şekline uygun olarak tenörün de değişmesi ilginçtir. Kuvvetli cevherleşmenin yatağın ortası boyunca kaynaklandığını düşünmemek olanaksızdır.

5) Cevher içinde demir dışında % 2.94 SiO₂ ve % 0.55 Al₂O₃ olup diğer safsızlıklar yok denecek kadar azdır. Bu da başlangıçta sideritin çok az silisli olduğunu gösterir.

Cevher yatağının uzun zaman yer üstü ve yer altı sularının tesiri altında değişime uğradığı düşünülürse siderit, götite dönüşürken safsızlıklar yeraltı sularında eriyerek yıkanmış olabilirler. Belki bu sebepten S ve As miktarı eser seviyede olabilir.

Bütün bu verilerin ışığı altında cevherleşmenin hidrotermal — metasomatik bir olayın sonucu olduğu yargısına varmak kaçınılmazdır. Mansurlu demirlerinin oluşumuna etken olan en büyük neden bu zonun D—B yönünde sıkışmış olmasıdır. Bölgede kırık hatları yüzlerce kilometre devam etmektedir. Bu kırık zonlarıyla birlikte, uzay görüntüsünde domsal yapılar gözükmektedir. Bu domlardan en belirgin olanı Mansurlu'nun kuzeyinde cevherleşme alanlarını da içine alan bir bölge olup, cevher bu domsal yapının KB istikametine rastlamaktadır. Domlaşma, cevheri getiren hidrotermal eriyiklerin kaynağı veya itici merkezi olmuştur. (Sheppard, 1976). Yeraltı suları derinliklere inerek domlaşmaya sebep olan magmatik kayaçla temas eder. Buradan magmatik su ve ısı olarak tekrar yükselmeye başlar. Buradan aldığı ve yolu üzerinde rastladığı mineralleri eriterek yükselir ve elverişli ortam bulduğunda cevherleşme oluşur, (bu konuyu ayrıntılı olarak inceleyen bir çalışma daha sonra yayınlanacaktır). Mansurlu demirlerinde de kanımızca durum buna çok yakındır. Yalnız domlaşmaya neden olan derinlik kayaç dokanağının yataktan çok derinde olması büyük olasılıktır. Cevher mineralinin kaynağını büyük olasılıkla derinlerde Pre-kambriyende oluşmuş sedimanter demir yatakları

oluşturmuş olabilir. Bu yatakların karbonat fasiyetlerinin de varlığı göz önünde tutulursa $FeHCO_3$ bileşiminin sıcak su ortamında kolaylıkla oluşabileceği bir gerçektir. Gelen bu eriyikler bulabildikleri kırık hatları boyunca yayılmışlar, kireçtaşı dokanaklarını ve kırık zonları seçerek yerleşmişlerdir. Daha önce de belirtildiği gibi siderit olarak yerleşen cevher daha sonra oksidasyon sonucu götite dönüşmüştür.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Saimbeyli—Mansurlu Demir aramaları projesinin bir bölümüdür. Yazarlar, M.T.A. Enstitüsü yetkililerine ve çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen meslektaşlarına teşekkür ederler.

Yazının ilk geliş tarihi: 7.11.1979
Yazının düzeltilmeden geliş tarihi: 5.4.1980
Yayına verildiği tarih: 10.1.1981

DEĞİNİLEN BELGELER

- Arıkan, Y., 1968, Mansurlu Demir Zuhurları (Feke-Yahyalı: Adana-Kayseri): M.T.A. Maden Etüd Arşivi Rap. No. 410 (Yayınlanmamış)
- Blumenthal, M.M., 1941, Niğde ve Adana Vilayetleri Dahilindeki Torosların Jeolojisine Umumi bir Bakış: M.T.A. Seri B No. 6, 48 s.
- Deer, W.A., Howie, R.A., ve Zussman, J., 1970, An Introduction to the Rock Forming Minerals: Longmans, London, 528 s.
- McKinstry, H.E., 1948, Mining Geology: Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 680 s.
- Sendier, J., 1962, Mise en valeur des Gisements metalliferes: Paris, 146 s.
- Sheppard., S.M.F., 1976, Identification of the origin of ore forming solutions by the use of stable isotopes; Volcanic processes in Ore Genesis, Proceedings of a joint meeting of the Volcanic Studies Group of the Geological Society of London and the Institution of Mining and Metallurgy: London, 25—41.
- Özgül, N., 1976, Torosların Bazı Temel Jeoloji Özellikleri: Türkiye Jeol Kur. Bült. 19/1; 65-78.

