

Keçiborlu kükürt yatağı

Yazan: Necdet Egeran
Jeoloji Şubesi Müdürü

GiRiŞ:

Yurdumuzda hâlen işletilmekte olan iki kükürt madeni vardır. Bunlar Keçiborlu ve Sarayköy madenleridir. Volkanik menşeli olan Sarayköy yatağı (Denizli vilâyeti) kalker kasürleri içinde bulunan gayrimuntazam yığınlardan müteşekkil olup kesif bir işletmeyi besleyecek kadar yaygın değildir. Keçiborlu'da (Isparta vilâyeti) ise Türkiye'nin en zengin kükürt madeni bulunmaktadır.

1944 senesinin ilk günlerinde, bu yatağı mufassal bir etüde tâbi tutarak tipini ve teşekkül tarzını tesbite ve böylece sondajlarla yapılacak araştırmalar için bir program tanzimine davet edildik.

Bölgenin tetkikinden sonra yatağın şüphe götürmeyecek surette volkanik menşeli teşekkül tarzı teyit edilerek buna göre araştırma programı tanzim olunmuştur. Bu programa göre yapılan sondajların son derece iyi neticeler verdiğini, ve Keçiborlu yatağına uzun ve verimli bir ömür temin edecek bir milyon tonluktan fazla bir rezervi meydana çıkardığını hususî bir ehemmiyetle kaydederiz.

Profesör Ed. Paréjas'ın regional jeolojik levesiyle Dr. E. Lahn'ın mufassal jeolojik hartasından ve nihayet madenin müdürü Bay İhsan Ruhi Berent'in (hâlen M. T. A. E. Genel Direktörü) verdiği şifahî bilgilerden çok değerli stratigrafik ve

tektonik tafsilât elde ettiğimizi ve bu sa-yede işimizin kolaylaştığını söylemeyi bir borç biliriz. Arazideki araştırmalarımız esnasında Dr. Lahn'ın mufassal jeolojik hartasını revize ederek bu hartaya bilhassa yatağın teşekül tarzına ait müşahadele-ri işaret ettik.

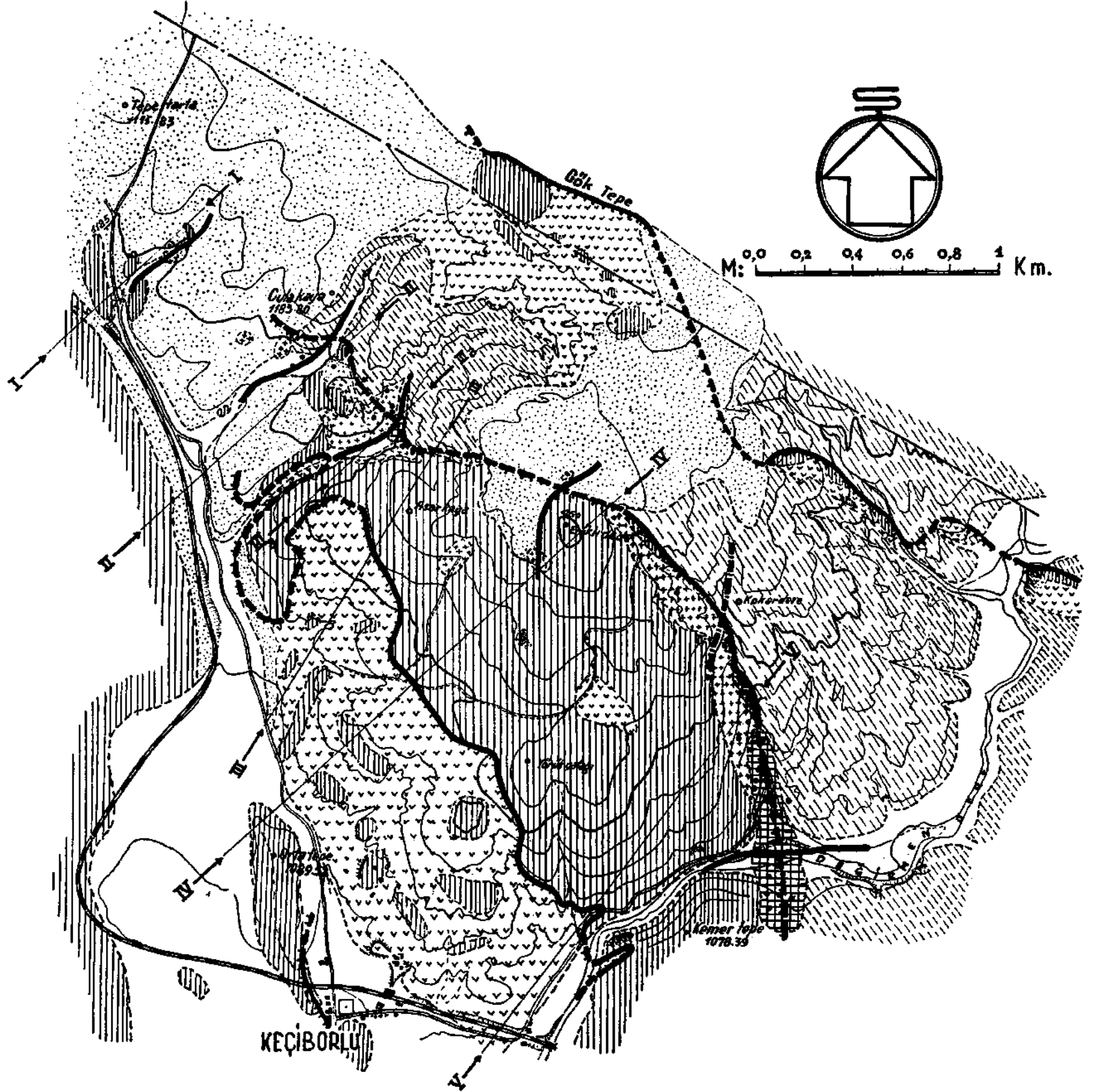
JEOLOJİK DURUM:

Keçiborlu bölgesi şu araziden müteşekkildir: 1) Triasa ve Jurasike atfedilen az çok masif kalkerler, 2) Eosen flişi ve 3) yeşil sahreler. Şimal doğuya doğru sürülmüş ekaylar teşkil eden bu araziden riolitik bir sahreye ait bir dayk geçmektedir; bu dayk, cenuptaki Burdur Ovası'nın şimal doğu kenarından şimaldeki Tülü Ovası'nın cenup kenarına kadar 10 km. boyunca takibedilebilmektedir. Jeolojik hartada igörüldüğü üzere riolitik teşekkül ekayların teşekkülünden sonraya aittir, çünkü riolit bu ekaylardan ikisi arasındaki hududu katletmektedir. Şunu da kaydedelim ki, Keçiborlu riolitlerinin bulunduğu aynı volkanik sahada yer alan Isparta trakitlerini E- Paréjas Kuaternere izafe etmiştir, ve riolitler umumiyetle Anadolu'da volkanik faaliyetin sonunu işaretler; buna göre Keçiborlu riolitleri oldukça yeni bir çağa ait olsalar gerektir.

Riolit, Mesozoik kalkerini kestiği

KEÇİBORLU KÜKÜRT YATAĞI JEOLOJİK HARTASI

CARTE GÉOLOGIQUE DU GISEMENT DE SOUFRE DE KEÇİBORLU



<i>Allüvion</i> -----		<i>Alluvions</i> -----		<i>Serpantin (avec des écailles de calcaire de radiolarite de diorite et de schistes)</i> -----
<i>Kuaterner yığıntıları (Muhtelif sevi.)</i>		<i>Dépôts quaternaires (en divers niv.)</i>		<i>Zone de mineralisation</i> -----
<i>Riolit</i> -----		<i>Rhyolite</i> -----		<i>Lignes de charriage locales</i> -----
<i>Fily (Girel, marmlar) Eosen olması muh.</i>		<i>Flysch (grès, marnes) Prob. Eocène</i>		<i>Faille</i> -----
<i>Kalker- Üst Mesozoik</i> -----		<i>Calcaire- Mésozoïque supérieure</i>		<i>Sondaj</i> -----

yerde silisleştirmişdir. Dar olmakla beraber pek belirli olan bu istihale etmiş şerit, meselâ Değirmen Deresi'nin cenubunda iyice görülmektedir. Riolite Eosen fişi arasındaki kontakt, fişi daima örten döküntülerden dolayı daha az vuzuhla görülebilmektedir. Riolite bağlı bazan çok kuvvetli olan gaz intişaratı vardır. Bu gaz bir kükürtlü hidrojen ve asitkarbonik halftadır, ki bu da solfatar safhasından mofet safhasına geçişi gösterir.

KÜKÜRT YATAKLARI:

Kükürt, markasit, pirit ve demir sülfatı ve sülfiti ile birlikte bulunmaktadır. Cevher, volkanik sahre ile mücavir sahreler arasındaki kontakta veya bu son sahreler içinde değil, münhasıran riolit içinde ve "imprégnation" lar halinde yer almaktadır. Kükürt, intişar eden gazlardan kükürtlü hidrojenin tahammuzu neticesinde tavazzu etmiştir. Bu yatak, kükürtlü hidrojen intişaratının gösterdiği gibi, volkanik menşeli bir yataktır.

Keçiborlu yataklarının rüsubi menşeli oldukları hakkındaki nazariye ilk olarak W. Penck tarafından 1918 de neşredilen "Tektonische Grundzüge West - Kleinasiens" adlı eserde ileri sürülmüştür; bu zat Keçiborlu'ya gitmediği halde yatağı komşu Burdur havzasının somatr rüsupları ile münasebetlendirmiştir. Son araştırmalar bu somatr rüsupların Pliosene ve hattâ Kuaternere ait olduklarını ve Burdur havzasını dolduran tatlısu Neojenin üstünde ancak pek ince bir örtü teşkil ettiklerini göstermiştir. Kükürt yataklarını barındıran sahre Mesozoik kalkerinin altında yer almaktadır; eğer bu sahre Burdur'un Pliosene veya Kuaternere ait somatr rüsuplarının imtidadını temsil etseydi, bu Mesozoik kalker şaryajı ile örtülü olurdu. Kauterner çağma ait şaryajlar ne

Türkiye'de ne de başka yerde mevcuttur. Değirmen Deresi ile Kükürt Deresi'nin oldukça derin tabii maktaları, kükürtü barındıran sahrenin komşu rusubî sahrelerle konkordans halinde az çok meyilli bir tabaka şeklinde yayılmayıp az çok şakuli bir dayk teşkil ettiğini göstermektedirler.

Demek oluyor ki, Keçiborlu dolaylarında müşahede olunan jeolojik durum, kükürt yatağının rüsubi menşeli olduğu faraziyesini açıkça reddetmektedir.

Kükürt, suyun ve havanın müşterek tesiriyle kükürtlü hidrojenin tahammuzu hâdiseleri neticesinde husule gelmiş, ve riolit daykının tecezzi etmiş satıh kısımlarında, yani aşağıdan yükselen gazlarla yukarıdan inen suların deveranına elverecek kadar mesameli olan yerlerde tevazzu etmiştir.

KÜKÜRTÜN RIOLİT İÇİNDEKİ DAĞILIŞI

Halen en mühim maden çalışmaları Değirmen Deresi ile Kükürt Deresi'ndedir. Kaynak Deresi ile Kumludere'de ve Erikli dede çevresinde küçük ölçüde çalışma yerleri görülmektedir. Aynı yerlerde en kuvvetli gaz intişaratı da müşahede olunmaktadır. Bu andığımız 5 yer arasındaki kesimde ne tabii cevher aflörmanı ne de eski maden çalışmaları vardır; bu kesimde gaz intişaratı ya çok zayıftır yahut hiç yoktur.

Bu dört oluğun hepsi de (Değirmen Deresi, Kükürt Deresi, Kumludere ve Kaynak Deresi) takriben SW - NE istikametindedirler. Bu istikamet, Torosların bu kısmında mevcudolan iki istikametten biridir; bu dört oluğun fayları veya diaıklazları takibettikleri fikrindeyiz. Erikli dede kesiminde Mesozoik - Eosen arazisini genç rüsuplardan ayıran hat keza SW - NE istikametini takibetmektedir ve bu hat da

bir fayı temsil edebilir. Binaenaleyh yataklar sahasından SW - NE istikametli 5 fay geçmektedir. Batı Toroslar'da E. Paréjas ve E. Lahn tarafından yapılan jeolojik leveler, Beyşehir Gölü ile Dinar arasındaki bölgeye SE - NW ve SW - NE şeklinde iki tektonik istikamet hâkim olduğunu göstermiştir; Keçiborlu bölgesinde bu iki istikamete ait tektonik hatlar çatışmaktadırlar. Aynı bölgede iltivaların mihrerleri SE - NW istikametini takibetmektedirler; diğer istikamet fikrimizce SW - NE istikametli kasürler tarafından temsil edilebilir.

Kanaatimizce, gaz intişaratının ve riolit içinde kükürt tekasüfünün bu tektonik hatlara bağlı olması imkânsız değildir. Bundan çıkarılacak mâna, başlıca kükürt yataklarının, riolit daykının bu çatlaklar tarafından katedildiği yerlerde bulunduğudur.

Bu riolit daykı boyunca yapılan sondajlar faraziyemizin doğruluğunu belirtmiştir.

Yine bu faraziyeyle dayanmak suretiyledir ki, Değirmen Deresi'nin karşısın-

da bulunan ve ne cevher aflömanı ne de gaz intişaratı arzetmiyen derede büyük bir yatak meydana çıkarılmıştır.

NETİCELER:

Keçiborlu mıntakasında tarafımızdan ihtimamla yapılmış olan detay jeolojik e-tütler, buradaki kükürt yatağının rusubî menşeli olduğu faraziyesini açıkça çürütmektedir; bu yatak bilâkis volkanik menşeli olup bir riolit daykına bağlıdır.

Kükürt, bir H₂S ve CO₂ halitası ihtiva eden gaz intişaratından tevazzu etmiştir. Kükürtü satha getiren gazlar arzani kasürlerden intişar etmektedir; kükürt tekasüfleri, bu gibi çatlakların riolit daykı ile çatıştığı yerlerde bulunmaktadır.

Kükürtün tekasüfü, daykın tecezzi etmiş kısmında vukubulmuştur. Binaenaleyh daykın tagayyür etmemiş kısımlarında araştırmalar yapmak faydasızdır. Şunu da kaydedelim ki tagayyür vaziyeti, sondajların göstermiş olduğu gibi, bazı yerlerde yüz metreden derine kadar inmektedir.

8.8.1944

Le gisement de soufre de Keçiborlu

Par Necdet Egeran
Directeur du Service Géologique

INTRODUCTION

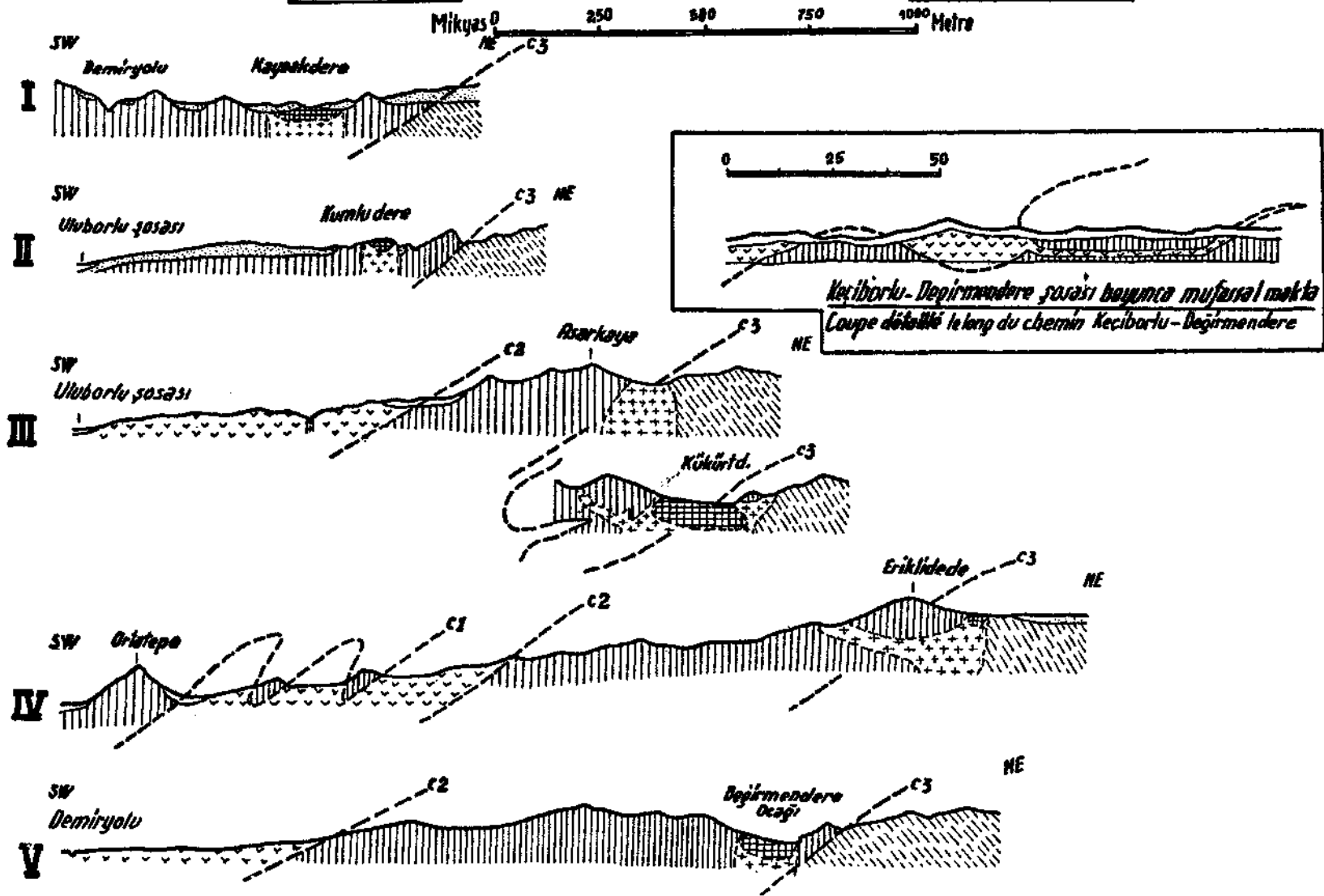
Il y a, en Turquie, deux mines de soufre qui sont actuellement en exploitation, à savoir: la mine de Keçiborlu et celle de Sarayköy. Le gisement de Sarayköy (Vilâyet de Denizli) d'origine volcanique et constitué par des dépôts irréguliers dans les cassures du calcaire, n'a

pas une étendue suffisante pour une exploitation intensive. A Keçiborlu (Vilâyet d'Isparta), par contre, se trouve la plus importante mine de soufre de Turquie.

An cours des premiers jours de l'année. 1944, l'auteur du present article a été invité pour étudier en détail le gisement et préciser le type et la genèse de

**KEÇİBORLUNUN ŞİMAL VE ŞİMALİŞARKİ
MINTAKASINDAN GEÇEN JEOLJİK
MAKTALAR**

**COUPES GEOLOGIQUES Á TRAVERS
LA ZONE AU NORD ET AU NORD-EST
DE KEÇİBORLU**



Riyolit		Rhyolite		Serpantin		Serpentine	
Aluvion		Alluvions		Kalker (Üst mezozoik)		Calcaire (Mésozoïque supérieure)	
Kuaterner yığıntıları		Dépôts quaternaires		Mineralizasyon zonu		Zone de minéralisation	
Fliş (Greler ve marnlar)		Flysch (Grès et marnes)		Saryaj hatları		Lignes de charriage	

celui-ci afin de pouvoir établir un programme de recherches par sondages.

Après une étude détaillée de la région, nous avons pu confirmer l'origine volcanique indubitable du gisement et établir son mode de formation d'après lequel le programme de recherches a été fixé. Il est intéressant de signaler que les sondages effectués d'après ce programme ont donné des résultats excellents et ont décelé des réserves plus d'un million de tonnes de minerai, ce qui assurera encore une longue vie prospère à la mine de Keçiborlu.

Nous tenons à dire ici que le levé géologique régional exécuté par le Professeur. Ed- Paréjas et la carte géologique détaillée faite par le Dr. E. Lahn et enfin les communications verbales du Directeur de la Mine, İhsan Ruhi Berent (actuellement Directeur Général du M-T. A.) nous ont facilité le travail et ont fourni des détails stratigraphiques et tectoniques très précieux. Pendant nos études sur le terrain nous avons révisé la carte détaillée du Dr. Lahn et avons pu y porter de nouvelles observations, surtout en ce qui concerne le mode de formation du gisement.

SITUATION GÉOLOGIQUE:

La région de Keçiborlu est constituée par les terrains suivants: 1) Calcaires plus ou moins massifs attribués au Triasique et au Jurassique, 2) flysch éocène et, 3) roches vertes. Ces terrains qui forment des écaillés poussées vers le Nord-Est, sont traversés par un dyke d'une roche rhyolitique (que l'on peut poursuivre sur une distance de 10 km., depuis le bord Nord-Est de la Eurdur Ovası (au Sud) jusqu'au coin-méridional de la Tülü Ovası (au Nord). Comme le montre la carte géologique, les venues

rhyolitiques sont postérieures à la formation des écaillés, parce que la rhyolite traverse la limite entre deux de ces écaillés. Notons que les trachytes d'Isparta, situées dans la même zone volcanique que la rhyolite de Keçiborlu, furent classées comme quaternaires par Ed. Paréjas et qu'ordinairement les rhyolites marquent la fin de l'activité volcanique en Anatolie; les rhyolites de Keçiborlu doivent, donc, être d'un âge assez récent.

La rhyolite a transformé le calcaire mésozoïque en une roche silicifiée. Cette bande métamorphisée, étroite, mais très distincte, peut être bien observée, par exemple, au Sud du Değirmen Deresi. Le contact entre rhyolite et flysch éocène est moins bien visible, à cause des éboulis recouvrant toujours le flysch.

La rhyolite est accompagnée de dégagements de gaz qui sont parfois assez forts. Il s'agit d'un mélange d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique, ce qui indique le passage de la phase solfatarienne à la phase des mofettes.

GISEMENTS DE SOUFRE:

Le soufre est accompagné de marcassite, de pyrite et de sulfate et sulfite de fer. Le minerai se trouve exclusivement dans la rhyolite (et non pas au contact de la roche volcanique avec les terrains encaissants ou dans ces derniers), sous forme d'imprégnations. Le soufre fut mis en place par les dégagements de gaz, par suite de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré. Il s'agit, comme le prouvent déjà les exhalaisons d'hydrogène sulfurique, d'un gisement d'origine volcanique.

La théorie d'une origine sédimentaire des gisements de Keçiborlu fut émise tout d'abord par W. Penck (1918, dans son livre "Tektonische Grundzüge

West-Kleinasiens") qui, sans avoir été à Keçiborlu, a mis le gisement en relation avec les dépôts saumâtres du bassin de Burdur voisin. Les études récentes ont montré que ces dépôts saumâtres appartiennent au Pliocène ou même au Quaternaire et qu'ils ne forment qu'une couverture très mince au-dessus du Neogène d'eau douce remplissant le bassin de Burdur. La roche renfermant les gisements de soufre se trouve placée au-dessous du calcaire mésozoïque; si elle représentait le prolongement des dépôts saumâtres pliocènes ou quaternaires de Burdur, elle devrait être recouverte par un charriage du calcaire mésozoïque. Des charriages d'âge quaternaire n'existent ni en Turquie, ni ailleurs. Les coupes naturelles et assez profondes du Değirmen Deresi et du Kükürt Deresi montrent clairement que la roche renfermant le soufre ne s'étend pas sous forme d'une couche plus ou moins inclinée en concordance avec les couches sédimentaires voisines, mais forme un dyke plus ou moins vertical.

La situation géologique, telle qu'elle a été observée aux environs de Keçiborlu, exclut, donc, nettement l'hypothèse d'une origine sédimentaire des gisements de soufre.

Le soufre s'est dégagé par suite des phénomènes d'oxydation de H_2S sous l'action combinée de l'eau et de l'air, et s'est déposé dans la partie superficielle et désagrégée du dyke rhyolitique, c'est-à-dire là où il a une assez grande porosité pour permettre la circulation des exhalaisons ascendantes ainsi que de l'eau descendante.

RÉPARTITION DU SOUFRE DANS LA RYHOLITE:

Les travaux miniers les plus importants se trouvent actuellement dans le

Değirmen Deresi et dans le Kükürt Deresi. D'anciens travaux de faible envergure sont visibles dans le Kaynak Deresi, dans le Kumludere, ainsi qu'autour d'Erikliede. Aux mêmes endroits on peut également observer les plus forts dégagements de gaz. Dans les secteurs situés entre les cinq localités nommées ci-dessus, il n'existe ni affleurements naturels du minerai, ni anciens travaux miniers; les dégagements de gaz y sont très faibles ou manquent entièrement.

Tous ces quatre sillons (Değirmen Deresi, Kükürt Deresi, Kumludere et Kaynak Deresi) sont orientés approximativement dans le sens SW — NE. C'est l'une des deux directions tectoniques existant dans cette partie du Taurus et nous estimons que ces quatre sillons suivent des failles ou des diaclases. La ligne qui, dans le secteur de l'Erikliede, sépare les terrains mésozoïques-éocènes des dépôts jeunes, suit également la direction SW-NE et pourrait représenter, elle aussi, une faille. La zone des gisements est, donc, traversée par 5 failles ou diaclases orientées du SW au NE. Les levés géologiques exécutés dans le Taurus occidental par Ed. Paréjas et par E. Lahn ont montré que la région située entre le Beyşehir Gölü et Dinar est dominée par deux directions tectoniques: SE — NW et SW — NE; dans la région de Keçiborlu, les lignes tectoniques appartenant à ces deux directions s'entrecroisent. Les axes des plis suivent, dans la même région, la direction SE — NW; l'autre direction pourrait être représentée, selon notre avis, par des cassures en direction SW — NE.

D'après nous il n'est pas exclu que les dégagements de gaz ainsi que les enrichissements de soufre dans la rhyolite, soient liés à ces lignes tectoniques. Cela signifie que les gisements principaux de

soufre se trouvent là où le dyke de rhyolite est traversé par ces fissures.

Les sondages effectués le long de ce dyke de rhyolite ont prouvé l'exactitude de notre hypothèse.

C'est en partant de cette même hypothèse que l'on a pu déceler un grand gisement dans le ravin en face du Değirmen Deresi dans lequel n'existe ni affleurement du minerai, ni dégagement de gaz.

CONCLUSIONS:

L'étude géologique détaillée exécutée soigneusement par nous mêmes dans la région de Keçiborlu, exclue nettement l'hypothèse d'une origine sédimentaire du gisement de soufre de cet endroit; il est au contraire d'origine volcanique et lié

à un dyke de rhyolite.

Le soufre s'est dégagé des exhalaisons de gaz qui comprennent un mélange de H₂S et de CO₂. Les dégagements de gaz qui transportent le soufre vers la surface se produisent le long des cassures transversales; et les concentrations de soufre se trouvent là où de pareilles fissures croisent le dyke rhyolitique.

L'enrichissement de soufre s'est fait dans la partie désagrégée du dyke- II est, donc, inutile de faire des recherches dans les parties du dyke qui ne sont pas exposées à altération. Il faut noter toutefois que, altération peut atteindre une profondeur de plus de cent mètres, comme les sondages l'ont déjà montrée.

8 Août (1944

