

SANDIKLI OVASI ÇÖKÜNTÜSÜ—GENÇ TEKTONİK VE VOLKANİK DURUMLAR

Felix RONNER

Institut für Mineralogie und technische Geologie an der technischen Hochschule, Graz

ÖZET.— Sandıklı ovasının (Orta Anadolu) Neojen havzası çöküntüsü, iki fay sistemi tarafından meydana getirilmiştir. Bunlardan biri NNE-SSW doğrultulu, diğeri E-W yönlüdür. Genç Paleozoik ve yaşlı Mesozoikten yapılı olan çevre, bu arada, bugünkü ova seviyesinden 1200 metreden fazla bir nispete kadar (deniz seviyesinden 1000-1100 metre) kalkınmıştır.

Ovanın kendisi, iki kademedен müteşekkildir: Alttaki kademe Pliosen-Kuaternerden, üstteki kademe Miosenden meydana gelmiştir. Hüdaihamamı çevresindeki Kuaterner (genç) süresince kalker terasları çökelmiştir. Yükselme bakımından üç safha göze çarpar: Miosen öncesi ilâ içi (zaman bakımından Steir orojen safhasına eşit), Miosen-Pliosen sınırı (Attik orojen safhası ile yaşıt) ve (genç) Kuaterner. Bu son safha içinde ise, takriben 25 metre seviyeli bir çöküntü zonu Hüdaihamamı civarında meydana gelmiştir.

Ovanın ilk teşekkülünden sonra (pre-Miosen ilâ intra-Miosen), ovanın doğu sınırında kendini gösteren bir çatlaktan trakitik-andezitik lâvlar fıskırmış, bunlar şeritler halinde Miosene mensup ova gölü içine akmışlardır. Bu efüzyon, daha evvel ve daha sonra vukua gelmiş olan tuf sevkياتının refakatinde olmuştur. Yeniden meydana gelen çatlaklar boyunca ve Pliosen süresince bol silis asitli eriyik artıkları yükselerek, iki NNE-SSW şeridi halinde genç Paleozoike mensup «Verrucano» teşekkülünü silisletmişlerdir.

Kuaterner içinden halihazıra kadar olan süre içinde Hüdaihamamı sıcak su kaynakları fıskırmış olup, bunların çıkış ısı ve radyoaktivite tenörü bakımından orta termal ve postvolkanik bir safhaya mensup bulunmaları icabeder.

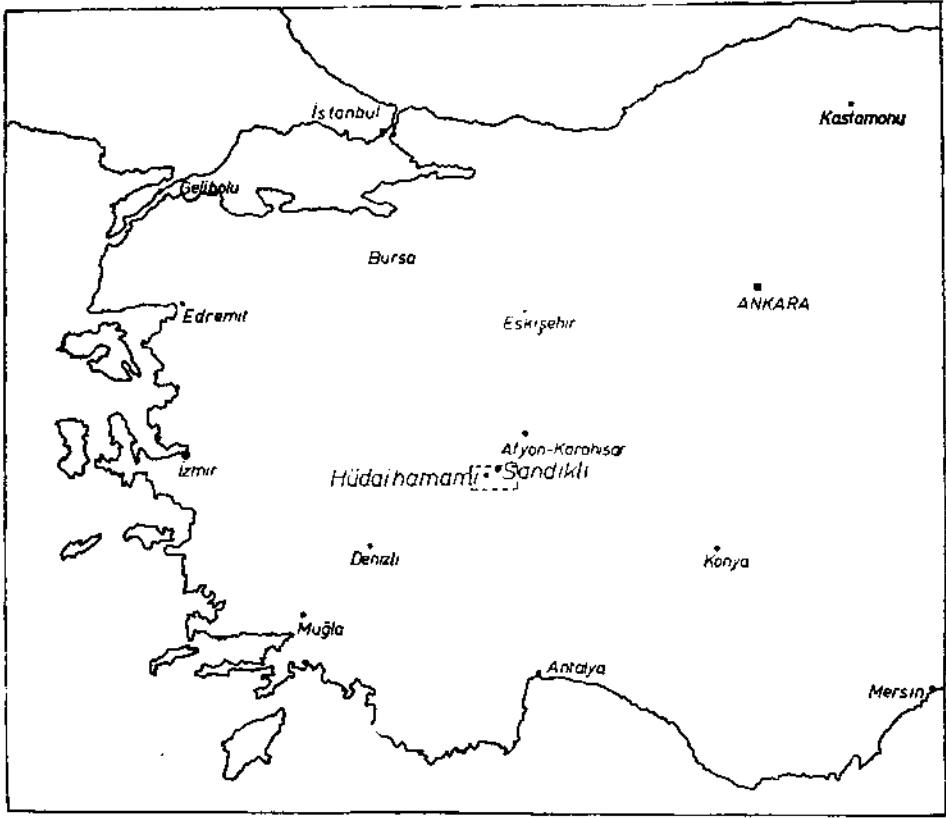
1. GİRİŞ

1956 senesi yazında, M.T.A. Enstitüsü emriyle Hüdaihamamı ılıcalarını etüderken, Sandıklı ovasının çökme mekanizmasını da gözden geçirmek fırsatını buldum ve buna bağlı olarak termal kaynaklarının jenezini aydınlatmak imkânını elde ettim. Bu arada takriben 200 kilometre karelik bir sahanın jeolojik-tektonik haritasının tanzimi ve en son Geiger-Müller sayaçları ve sintilometreler ile radyometrik testlerin de yapılması mümkün oldu.

Bu çalışmalarımızın yayınlanması hususunda M.T.A. Enstitüsü idarecilerine teşekkür borçlu olduğum gibi, arazi çalışmalarımnda çok büyük anlayışla bana yardımda bulunmuş olan mahallî makamlara da teşekkür ederim.

2. OVANIN DURUMU VE BİÇİMİ

Orta Anadolu yükseltisi içindeki Afyonkarahisar iline bağlı olan Sandıklı ovası (Şek. 1) dirsek biçiminde olup, takriben 1000 metre rakımında bulunan iki şeritten müteşekkildir. 2200 metre yüksekliğe erişen dağlar, ovanın çerçevesini meydana getirirler.



Şek. 1 - Sandıklı'nın coğrafi mevkii

Ovanın kuzeyindeki şerit E-W yönlü olup, batıya bakar, ikinci ova kolu NNE-SSW yönlü ve güneye dönüktür. Şek. 2 de ova biçimi şematik olarak gösterilmiştir. Dirsek açısının tepesinde Sandıklı (dışta) ve Hüdaihamamı (içte) vardır. Hüdaihamamı, radyoaktifiteli sıcak su veren bir ılıcadır (Foto 5).

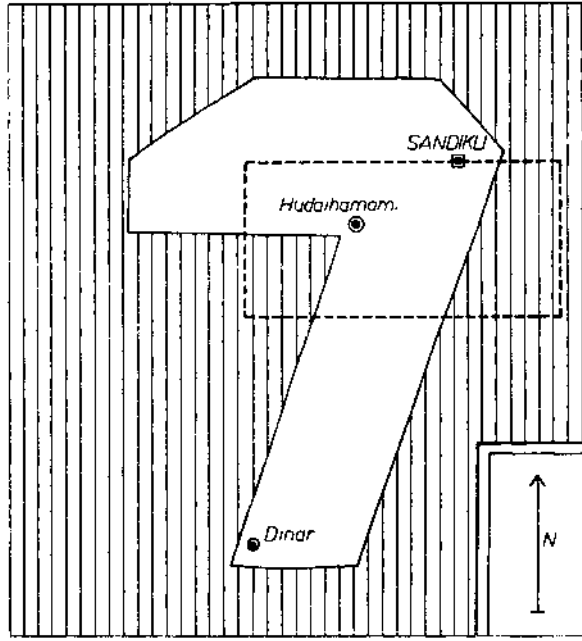
3. OVA VE ÇEVRESİNİN JEOLJİSİ

Anadolu'nun Neojen yaşında bulunan, genç sedimanlarla dolu ve bir düzlük olarak memleketin en derin bölümlerini arzeden sahalara «Ova» denir. Bir ovanın çökmesinden sonra veya daha doğrusu çevrenin kalkınmasını mütaakip meyillenme hâdisesine¹ veya diğer kırılmaların teşekkülüne nadiren raslanır. Sandıklı ovasında ise—aşağılarda da anlatacağımız gibi—meyillenme, faylanma ve hattâ hafif fleksürler ovarım teşekkülünden sonra da meydana gelmiş olup, ova teşekkülünün kendisi de bir devrede değil, iki safhada teşekkül etmiştir. Bu safhalar Miosen öncesinden Miosen içlerine kadar ve Miosen-Pliosen döneminde olmuştur.

Ovanın N-S kolu içinde geçirilen batı profilinden de görüleceği gibi (Şek. 3), ova, takriben ufki vaziyette iki kademeye bölünmüş olup, bunlar 80 metre kadar yükselti arz etmektedir (üst kademe 1100 metre deniz seviyesinde, alt

¹ K. Nebert 1958 de Ankara ilindeki Vallakien safhayı Kayı-Bucuk civarında tesbit etmiştir.

kademe 1020 metre deniz seviyesindedir). Bu arada yüksek blokların Miosen ile örtülü oldukları, derin blokların ise Pliosen ve Kuaterner ile dolmuş oldukları göze çarpmaktadır [stratigrafik tasnif W. Penek (1918) ve E. Parejas (1942) tarafından yapılan fosil determinasyonları ile tesis edilmiştir]². Pliosen ve Kuaterner klastik gevrek sedimanlardan ve alüvyon millerinden müteşekkildir. Miosen batıda, açık renkten beyaza kadar değişen tatlisu kalker fasiesinde gelişmiş, doğuda ise (Şek. 5 — harita paftasının doğusu) araya bir sıra tuf katları katılmaktadır. Bu tüfler, elimizdeki harita paftasında ancak dar bir bölüm olarak inkişaf etmiş gösterilen trakit-andezit volkan sahasına mensupturlar. Takriben 1500 kilometre karelik muazzam bir bölge işgal eden bu volkan sahası, kuzeyde Selçukluların meşhur Afyonkarahisar kalesinin bulunduğu kayalıklara kadar erişir.

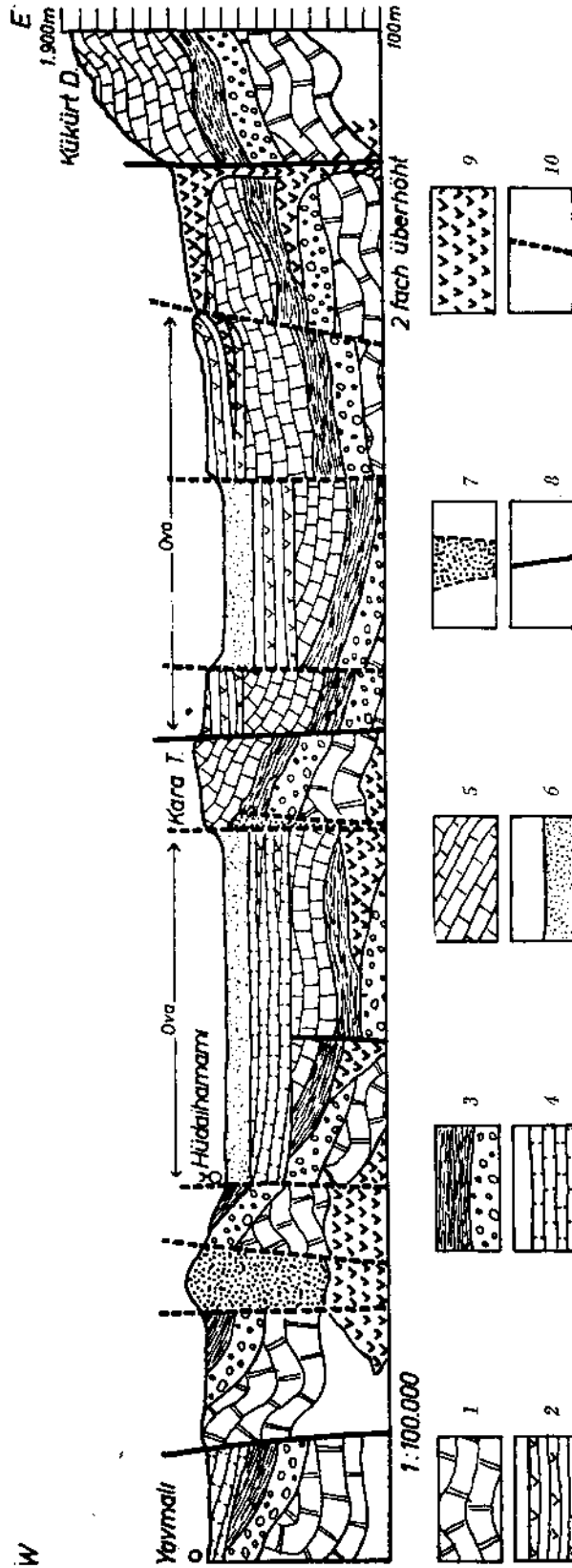


Şek. 2 - Sandıklı (Afyonkarahisar) ovasının «dirsek şekli»

Yaş bakımından daha eski (Miosen) ova dolgusu ile yaşıt olan volkanitler, morfolojik bakımdan ova çerçevesinin doğu sınırını teşkil ederler. Haritamız içinde ve daha doğuda Kükürt dağının yükseltileri bu sahaya iltihak eder. Bu dağ silsilesi koyu renkli denizel kalkerlerden (Alt Mesozoik) müteşekkil olup, Trias-Jura yaşındadır. Jeolojik haritaya göre (1 : 800 000, 1946) Toroslar'ın NE koluna mensup bulunan bu Trias-Jura kalkerleri, daha batıdaki Karatepe'de bir kere daha meydana çıkmaktadır. Tuf ihtivalı Miosen ile dolmuş bulunan sığ bir senklinal ile ayrılan bu kalkerlerin kuzey devamı (Foto 1) içindeki bu orta blokta, batıda hâkim durumda olan genç Paleozoik sedimanlar ilk defa zuhur eder (Şek. 5—Jeolojik-Tektonik Harita). Bu klastik sedimanların bir şeridi silisleşmiştir.

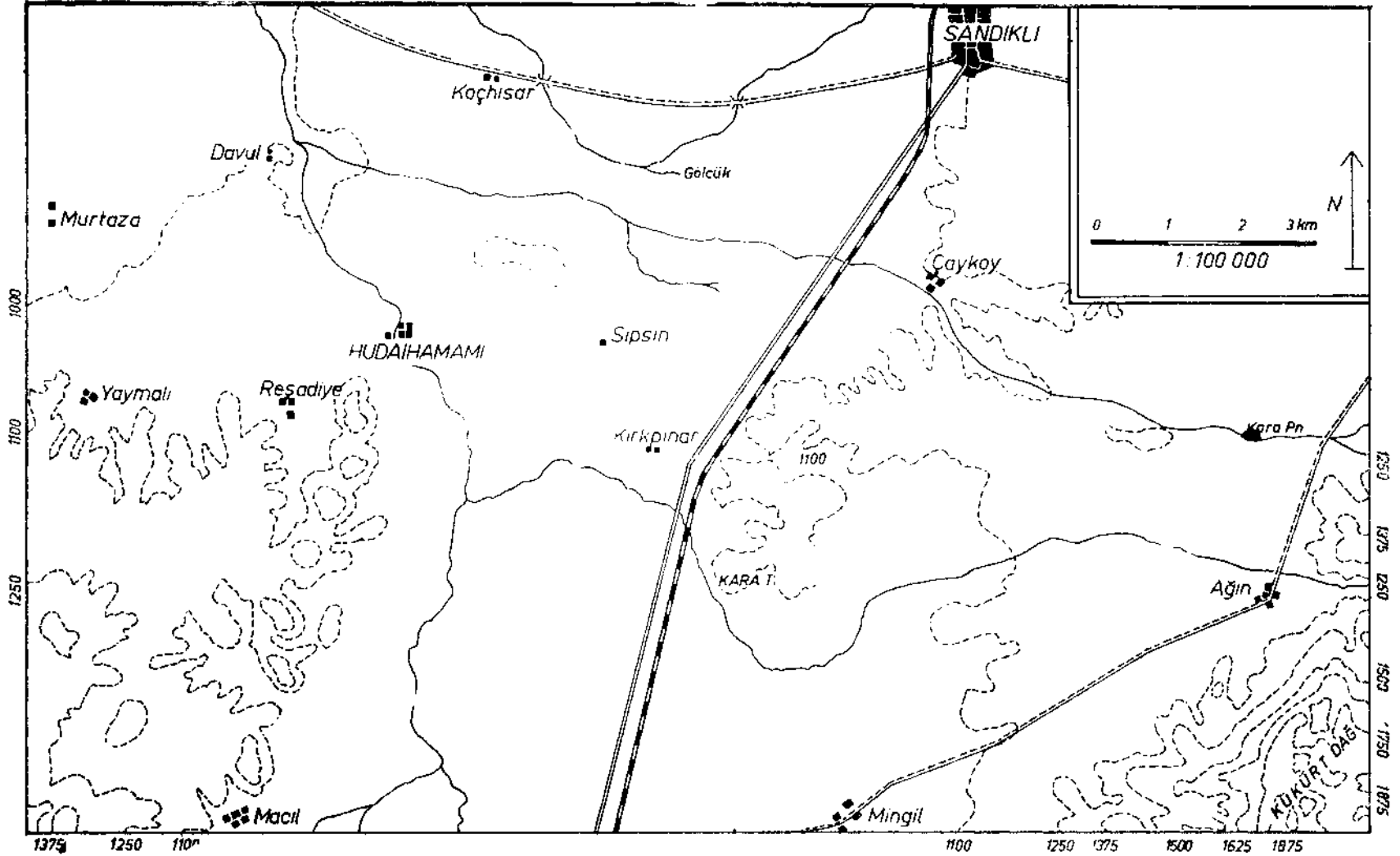
Ovanın dirsek oyluğu ile çevrelenmiş olan batıda, genç Paleozoik sedimanlar hâkim durumdadır. Bunlar taban bölümünde kalker ve tavan bölümünde «Verrucano» dan müteşekkildir (Parejas, 1942). Bu «Verrucano» teşekkülü sıkı macunlu (kuvars) orta ilâ küçük taneli konglomeralar ile bunların üzerinde bulunan yeşil ilâ bej renkli şistlerden müteşekkildir. Bu şist paketi içinde mücellâ satırlara (Harnisch) sık sık raslanır. Paleozoike mensup bulunan bu serinin yaşı Karbonifer ve Permiendir. Bu seri, Mesozoike mensup koyu renkli kalkerlerle birlikte, konglomeralardan itibaren devamlı bir sedimantasyon serisi halinde olup (Alpidik jeosenklinale mensup), derin bir senden keskin bir şekilde ayrılmış olan ve en yüksek bölümleri Karbonifer kalkerleri tarafından teşkil edilmiş bulunan Jura kalkerleri ile son bulur ve Varistik bir devreye mensuptur. Ovanın batı sınırını teşkil eden

² «Neojen stratigrafisi hakkında düşünceler» bölümüne bakınız.



Şek. 3 - Sandıklı ovasını kesen takriben E-W devanli profil (2 x yükseltilmiş)

1 - Geniş Paleozoik kalker; 2 - Bol tüflü Miosen; 3 - «Verrucano»; 4 - Miosen kalker; 5 - Derin Mesozoik kalker; 6 - Pliosen-Kuaterner; 7 - Siltleşmiş «Verrucano» (Permien); 8 - Pre-Miosen ilâ intra-Miosen fayları; 9 - Trakanderit; 10 - Miosen-Pliosen sınır fayları;



Şek. 4 - Sandıklı-Hüdaihamamı topoğrafik haritası (Orta Anadolu - Afyonkarahisar)

bu noktada da,, takriben N-S istikametinde bir silisleşme şeridi göze çarpar. Bu şerit genç Paleozoik konglomera ve şistleri içine almıştır.

Bir de Hüdaihamamı çevresinde bir kilometre kareden az bir saha içinde bulunan sübresant kalker çökeleklerinden müteşekkil teraslar dikkate değer. Kalker tüflerinin Holosen yaşı bakımından, bunların Pliosen üzerinde oturmakta bulunmaları ve daha derindeki ova kademesinin Kuaterner sedimanları üzerine binmiş olmaları ve çoğunlukla mevcut bulunmayan alüvyon örtüleri bahis konusu olabilir. Bu yumuşak, gevrek ve kolay aşınabilen sedimanı sübresant yaşta olması muhtemeldir. 7 numaralı fotodan da görüleceği gibi, kaynak çökelek teşekküllerinin narin satıh strüktüründen, ekseriya eski ve kurumuş kaynak çıkış yerlerini görmek mümkündür, ki bu da parçalanmaya çok elverişli olan materyelin pek az aşınmış olduğuna delâlet eder. Çökelekler Hüdaihamamı deresinin vadi tabanında bugün bile teşekkül eder durumdadırlar.

4. GENÇ TEKTONİK

Ova teşekkülü bakımından ve Hüdaihamarru termal kaynaklarının jenezini ilgilendirmeleri itibariyle, burada sadece genç Tersiyer ve Kuaternere mensup hâdiselerden bahsedeceğiz.

Topografik haritanın (Şek. 4) jeolojik-tektonik harita ile (Şek. 5) mukayesesi, aşikâr olarak göstermektedir ki, bugünkü morfoloji tam anlamı ile genç kırılma tektoniğinin etkisi altında kalmış veya aksi bahis konusu olmuştur. Bugünkü satıh biçiminin de tektoniği gayet keskin bir şekilde tebarüz ettirmekte olduğu görülür. (Siyah-beyaz çizgilerle resim yaparken morfolojinin, jeolojik işaretler tarafından ikinci plâna itilmesi zarureti karşısında topografik ve jeolojik haritalar birbirlerinden ayrılmıştır.) 2 numaralı foto, harita mukayeselerini açık olarak ikmal eder durumdadır : Çevrenin amut yarlarında dikine yatım arzeden kayalıklar, ovanın düzlüğünde belli olmaktadır. Sadece bazı eolik yığıntılar bu dikleşmeyi az nispette hafifletmektedir.

Hemen hemen şakuli durumda bulunan bu faylar, hâkim vaziyetteki dislokasyonu tebarüz ettirirler. Bir evvelki fasılda da işaret ettiğimiz gibi, bu fayların yanında meyilli durumda, şariyaj durumunda ve hafif fleksürler şeklinde faylar da vardır.

Sandıklı ovasını kesen W-E profili (Şek. 3), bir sıra elik ve derin faylar göstermektedir. Bunlar imal edilmiş veya ihtimal dahilinde bulunan faylar olmayıp, doğrudan doğruya müşahade edilmiş olan faylardır (satha kadar çekilmemiş olan faylar ile batıdaki silisleşme zonunu sınırlıyan faylar buraya dahil değildir). Bölgenin jeolojik haritalarında bu faylar şimdye kadar (Parejas, 1942) gösterilmemiş ve hattâ mevcudiyetleri bile şüphe ile karşılanmıştır (Blumenthal'in şifahi beyanı). Öte yandan, A. Philippson 1918 yılında bu bölge hakkında etraflı bilgi verirken diyor ki, «Neojene mensup volkanik sahre ve sedimanlardan müteşekkil geniş bir arazi parçası, mütaakıp kırılmalar sonucunda parçalanmıştır». Aynı araştırmacı, çalışmasının başka bir yerinde (sayfa 78), «Faylar sık sık Neojeni kesmekte ve ekseriya Neojenin yaşlı sahelere karşı olan sınırını meydana getirmektedir» demektedir.

Bu faylar, bölgenin jeolojisi ve morfolojisi bakımından fevkalâde önem taşıdıklarından, harita tanzimi çalışmalarında tercihan ele alınmışlar ve daha iyi anlaşılmaları için jeolojik-tektonik harita üzerinde (Şek. 5) morfolojinin müsaadesi haricinde düz hat olarak gösterilmişlerdir. Bununla beraber, Şek. 6 ile (nispeten en kuvvetli inhirafı gösteren saha parçası) mukayese edildikte, sahre sınırlarının mümkün olan sıhhatle tersim olundukları noktalarda, jeolojik-tektonik harita üzerindeki genelleştirme esnasında yanlış bir durum aksettirecek kadar ileri gidilmemiş olduğu görülür. Fayların hakikatte mevcut buldukları, jeolojik haritaya bakmakla da belli olur ve morfolojiyi nazarı itibara almakla bunların mevcudiyetleri meydana çıkar (Şek. 4 teki topografik harita ve Şek. 3 teki profil). Bununla beraber, doğrudan doğruya arazi üzerinde de fayları oldukları gibi görmek mümkündür. 2 numaralı foto üzerinde de işaret edilmiş olduğu gibi, bu resim 1 numaralı fotonun bir kesitidir ve ovanın doğu sınırını gösterir. Kuzeydeki Çayköy'den güneydeki Karatepe'ye kadar Pliosen-Kuaterner ova seviyesi içinden 80 metre kadar yükselen «orta eşik» uzanmaktadır. Keskin bir röje ile derin satıh üzerinden yükselen âni dikleşme, bu resimde özellikle bâriz bir durumda görülmektedir. Bu orta eşik arkasında ve takriben eşit seviyede olmak üzere, ovanın Miosen seviyesi, Kükürt dağının eteklerindeki arıza ile sınırlanmaya kadar uzanır. Takriben 2200 metreye kadar yükselen bu silsile, ovanın derin bölümlerinden böylece 1200 metre kadar bir seviye farkına erişir.³

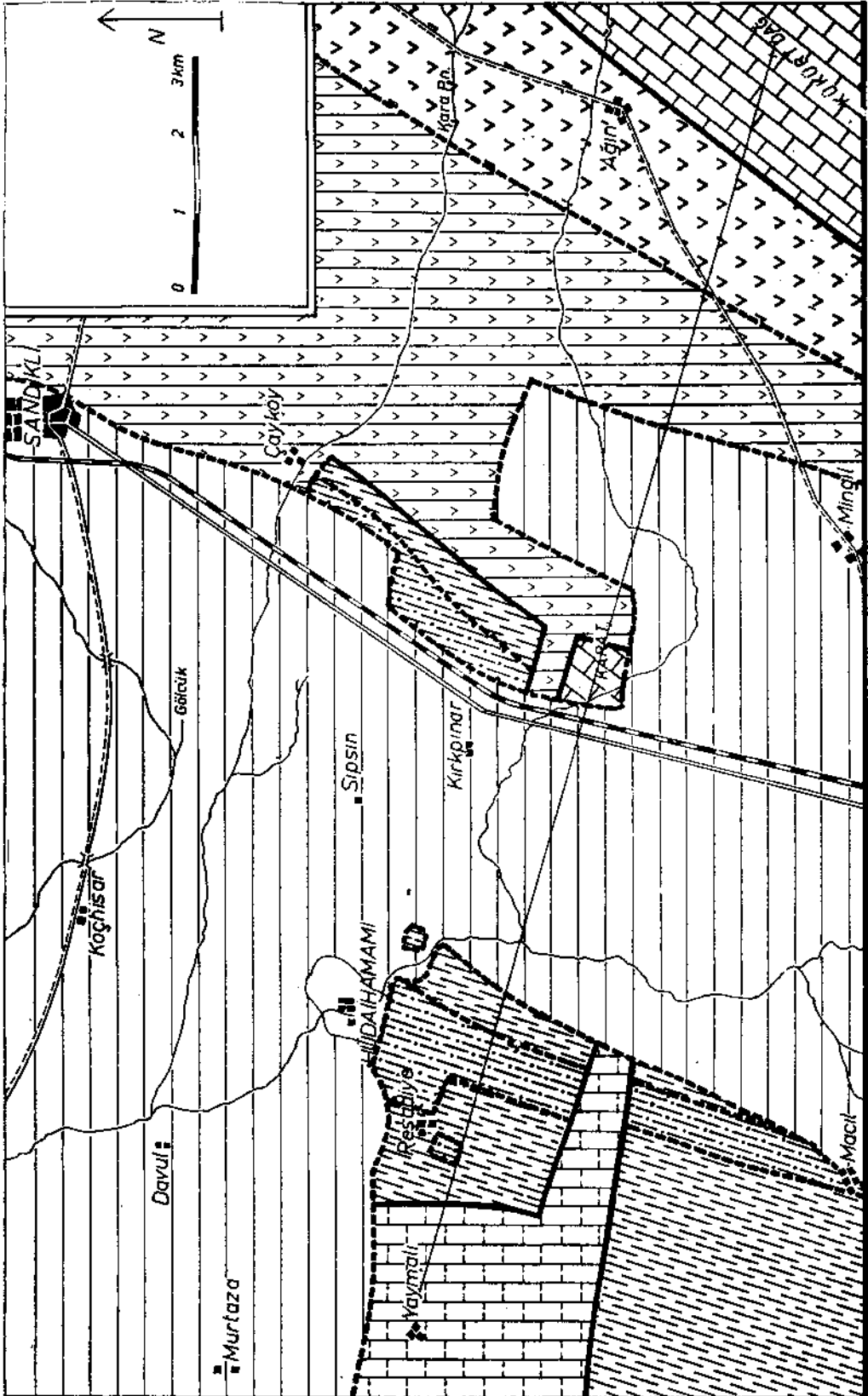
3 numaralı foto, orta eşikten doğuya bakmaktadır ve ilerde yine Kükürt dağı görünür. Derin Mesozoik koyu renkli kalkerlerden müteşekkil bulunan Karatepe'ye, ova tuf ihtivalı Miosen ile iltihak eder. Miosen içinde faylar ile meydana getirilmiş olan Pliosen-Kuaternerden müteşekkil bir çöküntü vardır (Şek. 3 teki E-W profiline de bakınız). Traki-andezit ve hemen hemen amut vaziyeteki bir faydan sonra gelen Kükürt dağı masifi Pliosen-Kuaterner üzerine binmiştir.

Profil de açıkça göstermektedir ki, bütün bu paralel faylar yaşıt değildir. Hareketli bir yaşlı (pre- ilâ intra-Miosen) ve genç (Miosen-Pliosen sınırı) münavebe, bu yükselti kademelerini meydana getirmiştir.

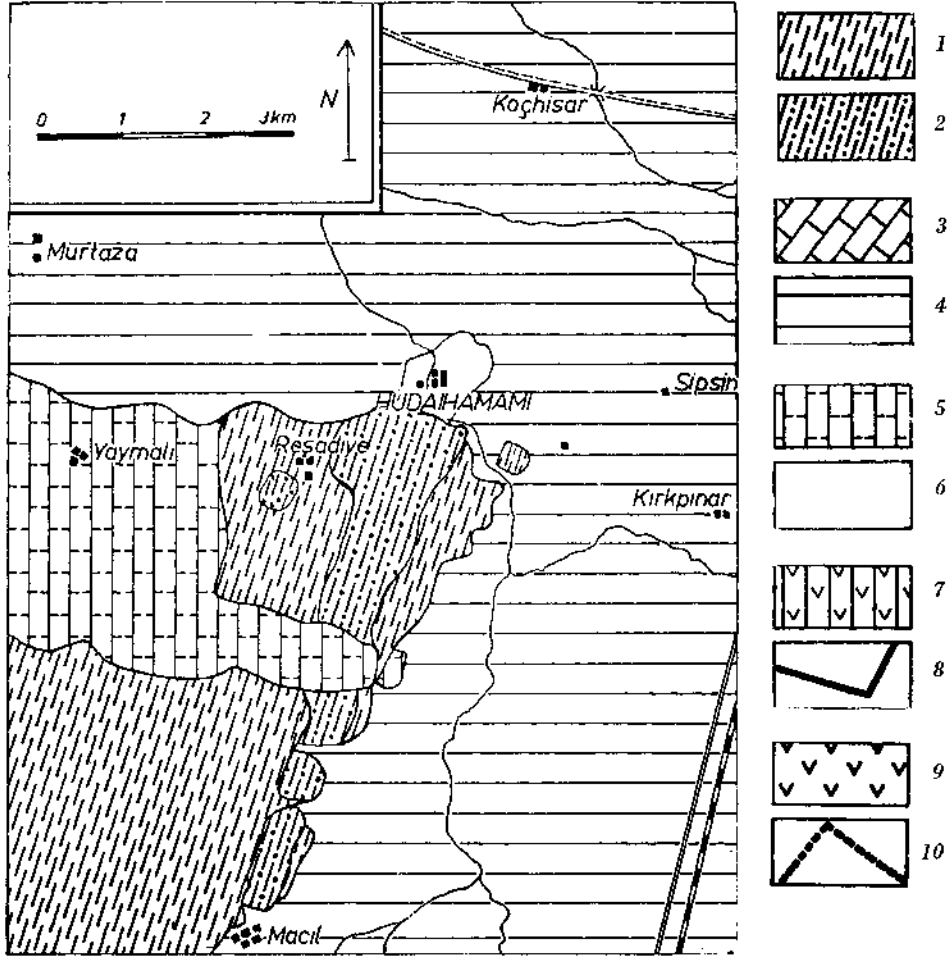
Profil hattının, yol ve fayların (sahre sınırı) kavşak noktasını teşkil eden Mingil ve Ağın köyleri arasında, tuf ihtivalı Miosen şariyaj durumunda bulunduğundan, Miosen burada bir tek fleksür halinde hemen hemen ufki ilâ şakuli bir dirsek teşkil etmiştir.

Ovanın derinlerinden batıya bakıldıkta (Foto 4), bir evvelkinin pandülü vaziyetinde hayret edilecek bir benzerlik görülür : Kuzeyde Hüdaihamamı mevkiinden, güneydeki Macil köyüne kadar yine genç Paleozoikten müteşekkil bir «orta eşik», yine bir silisleşme şeridi göze çarpar. Öte yandan Miosenin faylar sonucu meydana gelen hamlesi (ancak burada kalker fasiesinde) ovanın derin bölümüne kadar uzanır (jeolojik-tektonik harita üzerinde paralel açıkça görülmektedir). Daha arkada yine ovanın Miosene mensup yüksek bölümü görülür (kuzeyde karakteristik durumda) ve bu seviye, burada da yüksek dağ silsileleri meydana getiren dik kademeye kadar uzanır (harita sahası dışında bulunmakla bera-

³ Miosende vukua gelen ilk dolgudan sonra her ikisi de aynı rakımda bulunmuş ise de, ikinci kalkınmadan sonra (Miosen-Kuaterner sınırı) genç sedimanların aşınması daha süratli olmuştur.



Şek. 5 - Sandıklı-Hüdeihannamı jeolojik - tektonik haritası (Orta Anadolu - Afyonkarahisar) (Lejand Şek. 6 da)



Şek. 6 - Hüdaihamamı (Sandıklı - Afyonkarahisar) çevresi jeolojik-tektonik haritası

1 - Genç Paleozoik (Karbonifer-Permien); 2 - Silisleşmiş «Verrucano» (Permien); 3 - Derin Mesozoik kalkeri; 4 - Gevşek sedimanlar (Pliosen-Kuaterner); 5 - Miosene mensup beyaz kalker; 6 - Holosene mensup kalker rüsubu; 7 - Bol tüflü Miosen; 8 - Pre-Miosen ilâ intra-Miosen fayları; 9 - Trakiandezit ve aşınmış efüzifler; 10 - Miosen-Pliosen sınır fayları.

ber foto üzerinde iyice belli olmaktadır). Hüdaihamamı çevresinde ise, bu iki ana arıza hattı birleşir (E-W ve NNE-SSW) ve ova açısının dirsek oyluğunu meydana getirir.

Bu batı bölümünde, daha sonra da bir eğrilme vukua gelmiştir. Şek. 3 teki profil, bu eğrilmenin Miosen-Pliosen sınırındaki kırılma safhası ile eşit zamana rasladığını göstermektedir; çünkü Miosen burada hafifçe doğuya devrilmiş (jeolojik haritalar, işaretle istikameti göstermektedirler), en genç ova dolgusu ise ufki vaziyetini muhafaza etmiştir.

İki ana arızanın kavşak noktasındaki hareketler, yani Hüdaihamamı çevresindeki çökelek terasları içinde vukua gelmiş olan hareketler daha gençtir. Buradaki kalkınmalar sübresant devirde vukua gelmiştir. Bugünkü kaynak çıkış noktaları, Hüdaihamamı deresi boyunca mevcut bir çöküntü şeridi içindedirler (Foto 5). Kurumuş kaynaklar ise, bugünkü dere seviyesinden 25 metre kadar yukardaki

kalker tüfü terasları içindedirler. Bu dere vadisi, iki tarafından keskin faylarla sınırlı ve resant çökeleklerle daha yukarda bulunduğu için, bir erozyon vadisi olamaz. Takriben 25 metre nispetinde bulunan bu fırlama ise, bir tek hâdise ile veya müstekar bir yavaşlıkla tedricen vukua gelmemiş, sademe halinde ve birçok safhalarda teşekkül etmiştir. Eski kaynak çıkış noktalarının ufki durumları ve bunlarla ilgili teras teşekküllerini göstermesi bakımından 6 numaralı foto bu telâkkiye kuvvetlendirmektedir.

Faylar boyunca vukua gelen bu yükselmelerde, daha yaşlı olan ve mürtesem fay istikametlerine tamamiyle riayet edilmiştir. 8 numaralı foto, bugünkü kaynak seviyesine karşı olan dik yarılmayı ve çatlakların istikametlerini göstermektedir. Fotoyu tetkik eden kişiye karşı olan istikamet (aşağıyı gösteren ok işareti) NNE-SSW dır. Sağ üstteki kayanın önündeki istikamet (sağı gösteren ok) E-W dır.

Bu en genç kabarmalarda hafif bir tümseklğin de meydana gelmiş olması 5 numaralı fotoda görülmektedir : Fotonun ortasındaki kalker tuf bankları hafif kabarık olup, kanatları iki yana düşmektedir (ok işaretlerine bakınız). Viyanalı G. Müller bu hâdiseyi 1955 te de müşahede etmiştir. Tektonik hareketler bugün de sükûnet bulmuş değildir. Kısa fasıllarla (ekseriya birkaç senelik aralıklarla) resant kaynaklar kurumakta, bunların yerine yenileri çıkmaktadır. Ben *bizzat arazi* çalışmalarım süresince böyle yeni bir kaynağı gezdim ve ısı derecesinin, uzun zamandır fişkırın kaynaklara nazaran daha düşük ve su miktarının daha az olduğunu müşahede ettim. Bu faktörler, derinlerden yukarıya doğru olan geliş yollarının henüz mükemmel olmadıklarını ve yeteri kadar açılmamış bulunduğunu gösterir.

Alpidik dağ teşekkülünün genç Tersiyer-Kuaterner bölümüne ait üç tektonik safhayı, yukarda söylediklerimizden sonra açık olarak ayırdedebiliriz :

- *Pre-Miosen ila intra-Miosen* : Ovanın ilk çökmesi veya çevrenin kabarması. Bunun sonucu olarak ova, geniş anlamı ile bugünkü şeklini almıştır. Yaş bakımından bu husus H. Stille'nin Steir safhasına muadil olsa gerektir.
- *Miosen-Pliosen sınırı*: Ova derin blokunun çökmesi. Bunun sonucu olarak takriben 80 metre reje seviyeli basamaklanma meydana gelmiştir. Bol tüfoid (doğuda) Miosen, kırılma kenarlarında mahallen üste çıkmıştır. Ovanın batı sınırı, doğuya kıvrılmış—batı Mioseni (kalker fasiesi) dahil—ova ortasına doğru bir meyil hâsil olmuştur. Yaş bakımından bu husus Attik safhaya raslar.
- *Intra-Kuaterner (çoğunlukla sübresant)* : Kalkerli tuf kitlelerinin sademeler şeklinde Hüdaihamamı ılıcaları çevresindeki kabarmaları ve kaynak çıkış noktalarının resant seviyeye kadar alçalmaları. Batıdaki çökelek banklarının aşağıya kıvrık kanatlarla hafifçe kubbeleşmeleri. Yaş bakımından en genç Kuaterner safha (Vallakien safhasının devamı)⁴.

⁴ «Pasadenik» terimini kullanmak, Kuzey Amerika'da henüz yaşamakta bulunan bu safhanın mahallen çok uzakta bulunması ve Orta Anadolu ile ancak zaman bakımından paralelize edilebilmesi itibariyle, bana doğru gelmemektedir.

5. VOLKANİK VE POSTVOLKANİK TEZAHÜRAT

Tektonik oluşlarla sıkı bir birlik halinde volkanik ve postvolkanik hâdisatı ele almak yerinde olur. Ovanın doğu sınırında (yukarda da söylediğimiz gibi) Afyonkarahisar'ın muazzam trakit-andezit volkanizmasının teşekkül payı vardır. Miosen içinde veya Miosen başlangıcında çatlaklar hâsıl olurken, bölgemiz içindeki nihai volkanizmanın da yolları açılmıştır. Volkanizma burada bir tuf şevki ile başlamış olup, batı kademesindeki Miosenin tüfsüz olması karşısında bu volkanizma şevkinin pek uzaklara erişmiş olduğu tahmin olunamaz. Yalnız orta eşik ile ovanın doğu sınır arasında tuf zuhurlarına raslanır. Bu tüflerin orta eşik üzerinden batıya doğru ilerlemiş olmaları muhtemel görülebilir ise de, bunların hakikatteki sterilleşmeleri, halen Pliosen ve Kuaternerde vukua gelen sedimantasyon ile örtülmüş olduğundan, doğrudan doğruya müşahede edilebilecek bir durum kalmamıştır. Profilde (Şek. 3), tahmin olunan durum gösterilmiştir, şöyle ki: Tuf ve tatlısu ihtivalı Miosenin (profilde şematik olarak basite irca edilmiştir) mükerrer münavebesinden sonra, Kükürt dağının etekleri boyunca açılan uzun bir çatlaktan trakitik-andezitik lâvlar, ovanın yerinde bulunan göle akmıştır. Bu hâdise burada muazzam ve bir defaya mahsus bir efüzyon şeklinde vukua gelmiş veya hiç olmazsa çok kısa bir süreye inhisar etmiştir; çünkü muhtelif lâv akıntıları arasında sedimanter katlara veya tuf ara katlarına raslanmamaktadır. Bu lâv akıntısından sonra ancak tuf indifaları kendini göstermiş olup, bunlar da volkanik sahreyi, göl sedimanları ile münavebeli olarak örtmüşlerdir. Trakit-andezit şeridi yakınlarında bugün tüflere raslanmakla beraber (ova içinde), ovanın hiçbir noktasında efüzif sahrelere raslanmaması da bunu teyit eder. Genç arızanın (Miosen-Pliosen) ovanın bugünkü doğu kenarı üzerine binmiş olması da (Şek. 3) sedimanlardan gayri ancak tuf katları olarak ele alınabilir. Bugünkü volkanit sırası üzerinde artık tuf bulunmaması, bu yüksek blok üzerinde vukua gelen erozyonla kolaylıkla izahını bulur.

İkinci genç safhanın fayları, volkanik kitleleri keserek bugünkü volkanit kademesini ovanın Miosen seviyesi üzerine çıkarmışlardır (Kükürt dağının eteğindeki sevk çatlağının da yeniden canlanmış olması muhtemeldir). Yeni bir efüzif faaliyeti vukua gelmemiş olmakla beraber, Pliosende postvolkanik vukuat başlamıştır. NNW-SSE istikametli faylar boyunca bol silis asitli eriyik artıkları (yüksek ısı dereceli) yükselmiş ve uzun şeritler halinde genç Paleozoik «Verrucano» nun sahrelerini kimyasal olarak etkilemiştir (konglomera ilâ şist)⁵. Bu neviden iki silisleşme şeridi tektonik-jeolojik haritada görülebilir: Orta eşik batı bölümü boyunca ve batı sınırının doğu kırılmasında (aslında orta eşik batı kısmıdır, Foto 4). Her iki defasında da, naturaları bakımından bol silis asitli olan sahreler etki altında kalmış, kalkerler ise bu tesire mâruz kalmamışlardır. Bu husus orta eşik içinde derin Mesozoik kalkerleri ve batı kenarında Miosen kalkerleri ile Paleozoik kalkerlerde tecelli eder.

Silisleşmenin hidrotermal eriyikler etkisinde satıh volkanizmasından batıya uzanması (takriben Kükürt dağı sevk çatlağı ile batı silisleşme zonu arasındaki 12 kilometrelik mesafe) da göstermektedir ki, trakitik-andezitik magmanın süb-

⁵ K. Nebert, 1959 yılında, bazik inisyaller veya final volkanizmadan ileri geldikleri muhtemel olan birçok silisleşme tezahüratına dikkati çekmiştir.

terestrik mesafesi çok daha uzundur. Satih indifainın altında (doğuda) hipabisal bir siyenit apofizini *farazi* ve şematik olarak tersim ederek, daha batıdaki silisleşme zonu altında (ve Hüdaihamamı altında) da hipabisal ilâ plutonik bir sahrenin yükselmesini göstermek suretiyle bu husus Şek. 3 teki profilde gösterilmeye çalışılmıştır,

Bu arada tezahür eden satih yakınlığının (profilde) hiçbir suretle müdafaa edilir bir durumu bulunmadığı aşikârdır, çünkü muhtemel derinlik hususunda hiçbir emare göstermez. Profilde sadece derinlerde magmatik yuvaların bulunduğu (daha doğrusu henüz tamamiyle soğumamış plutonitlerin mevcut olduğu) ve arızalarla fayların henüz bu bölümlere kadar inebilecekleri beyan edilmek istenmiştir.

Hüdaihamamı ılıcalarının en genç postvolkanik tezahürat olarak ele alınabilecekleri keyfiyetine gelince, bu çatlaklar boyunca en genç ve volkanizma sonrasına mensup bir sonuç olarak Hüdaihamamı termal kaynakları gösterilebilir. Bu kaynaklar, derenin iki tarafındaki kalker teraslarını meydana getirerek, bu kalker-tüf bankları devamınca genç tektonik hâdiselerin bugün de devam edegelmekte buldukları, başlı başına önem taşır. Bu tektonik ile bu kaynakların bahis konusu noktadan fıskırmakta olmaları hiçbir zaman bir tesadüf sonucu değildir. Burası iki ana arıza hattının kavşak noktasıdır (NNE-SSW ve E-W). Binaenaleyh bu husus birinci sınıf tektonik önem taşıyan bir durum arzeder. Kimyasal analizlerden ve ılıcaların ısı derecesinden, postvolkanik faaliyetin su şevkini hangi safhada tuttuğunu anlamak istersek,, hayret edilecek bir sonuca varırız : İndifa faaliyetinden bu yana takriben 20 milyon sene geçmiş olmasına rağmen, resant kaynaklar henüz yüksek ilâ orta bir hidrotermal seviyeye mensupturlar. Yapılan analizlerden hesap olunan ortalama değerler (dokuz kaynak) Hüdaihamamı ısı dereceleri ile radyoaktivite değerlerini göstermektedir (ekli analiz cetveli). Nispeten yüksek Na ve HCO₃ tenörünün yanısıra, alışılmamış yükseklikteki SO₄ tenörü göze çarpmaktadır. Bu tenorun taban bölümlerindeki jips ihtivalı sediman tabakalarından ileri gelmiş olabileceğini iddia edemeyiz⁶ (Miosen burada bitümlü tatlisu kalker fasiesinde değil, beyaz fasies halinde inkişaf etmiştir). Menşein ilkel olması gerekir. Muhtemelen yüksek pirit ihtivalı kömür damarları da bilinmemekte ve beklenmemektedir. Bu yüksek SO₄ tenörü, yüksek ilâ orta termal bir devreye işaret etmektedir. Buna karşılık demir tenörünün düşüklüğü, hemen hemen bütün demirin, hidrotermal suları yükseliş yollarında kükürte bağlı olduklarını gösterir.

Binaenaleyh kabul edebileceğimiz durum şudur :

- Yükseliş yolları boyunca sülfitle cevherleşmeler zuhur etmektedir.
- Kaynak suları, çok uzun bir yükselme yolu katetmişlerdir ve bu arada silis çökelmiştir.
- Sular, bugünkü yerüstü ısı derecesine kadar soğumuşlardır.

Bu ısı derecesi henüz 85 santigrata kadar yükselmekte bulunduğundan (G. Müller—Viyana, 1955) ve 1949 analizlerine göre 67 santigrat çevresinde olduğundan ve öte yandan satihinde sadece CaCO₃ bulunmakta ve buna mukabil sülfidler görülmemekte ve bunun sonucu olarak da uzun bir yükselme yolu ile mütenasip bir soğuma bahis konusu olabileceğinden, kaynak yuvasının çok derinlerde

⁶ K. Nebert, 1956 yılında Anadolu'nun çok yaygın jips serileri için Miosen yaşını ispat etmiştir.

Kaynak No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Asgari değer	Ortalama değer	% mitinal
Kasyon												
K	36.6	36.4	33.9	34.8	37.8	37.2	38.9	37.3	38.6	33.9	38.9	36.96
Na	229.9	230.7	226.3	224.5	237.8	237.2	222.4	228	224.3	222.4	237.8	228.7
NH ₄	0.28	0.6	0.55	0.05	0.48	0.45	Eser	0.4	0.44	Eser	0.6	0.38
Ca	169.2	170.1	175.2	164.9	168.4	91.4	170.3	174.1	170.6	91.4	175.2	169.7
Mg	26.7	26.3	26.3	27	26.9	27.4	26.3	27	26.3	26.3	27.4	26.64
Te	0.12	0.70	0.07	0.11	0.14	0.08	0.06	0.08	0.26	0.06	0.7	0.123
Al	1.45	1.032	1.78	13.64	3.12	2.22	8.0	7.14	2.14	1.032	13.64	3.69
Anyon												
J		0.25	0.25	0.07	0.07	0.07				0.07	0.25	0.14
Br	6.87	4.45	4.45	6.74	6.7	6.74	6.87	6.88	6.87	4.45	6.83	6.46
Cl	97.4	96.8	96.1	95.7	93.7	95.7	97.4	97.4	97.4	93.7	97.4	96.7
NO ₃	2.1	2	1	3.2	1	0.8	1.9	0.4	1.25	0.4	3.2	1.58
SO ₄	495.7	492.7	461.2	458.2	437.9	436.2	482.2	491.3	480.3	458.2	495.7	483.0
HPO ₄	4.17	4.01	3.4	5.253	6.18	5.56	5.562	5.09	7.7	3.4	7.7	5.12
HCO ₃	510.7	525.5	575.9	620.9	579.6	326.5	563.7	577.2	531.7	326.5	620.9	552.0
H ₂ SiO ₃	50.7	41.6	31.8	47.8	47.8	49.2	49.2	42.8	48.7	31.8	50.7	46.7
Açıkta CO ₂	57.5	100	176	110	132	264	88	88	88	57.5	264	112
Ayrılan maddeler toplamı mg/l	1 689.1	1 742.5	1 813.5	1 812.9	1 820.5	1 630.7	1 760.9	1 783.09	1 724.5	1 630.7	1 820.5	1 760.9

bulunması icabeder. Orada hâkim bulunan çıkış ısısının 100 santigrattan fazla olması muhtemeldir.

Kaynak sularının radyoaktivitesi de aynı dururnu teyit eder mahiyettedir: Hüdaihamamı çevresindeki bölgeyi meydana getiren bütün sedimanlar hemen tamamen radyoaktiftir. Sadece entermedyer volkanitler (trakit ilâ andezit) biraz daha yüksek bir radyoaktivite göstermektedir. Kaynaklar ise, çevrelerindeki sahrelerden altı misli daha fazla bir X-ışını emanasyonu göstermektedir. Tam hesap edilecek olursa, bu nispet daha da fazladır, çünkü ölçülen radyoaktivite background + emanasyon (takriben kozmik ışına eşit) şeklinde ölçülen objeden teşekkül eder ve düşük aktiviteli sahrelerde kozmik ışın payı, asıl radyoaktivitenin ekseriya birkaç misline balığ olur. Zatî radyoaktivitenin muayyen objeler bakımından mukayesesinin background değerinden indirilmesi icabettiğinden,, nispet kuvvetli radyoaktivite arzeden obje lehine artar. Elimizdeki misale tatbik edilecek olursa, kaynaklardaki radyoaktivite, çevredeki sedimanların radyoaktivitesinden 25 misli fazla olması icabeder.

FOTO İZAH LARI

- Foto 1** - Bu resim dört tektonik ünite göstermektedir. Münferit tektonik kademeler, dik ve sarp kırılmalarla ayrılmışlardır. Fotoğraf alma noktası, ovanın derin kademesindedir (Pliosen). Ortadaki tepelik *arazi*, yükselmiş olan orta eşik bölümünü Çayköy'ünden (NNE) güneydeki Karatepe bölümüne kadar (SSW) kapsar. Bu tepeler başlıca genç Paleozoikten (Çayköy'den Miosene kadar), Karatepe Mesozoik kalkerlerinden müteşekkildir. Arada yatkın bir Miosen antiklinali vardır ki, ovanın yüksek (yaşlı) kademesine mensuptur. Arka plânda Kükürt dağının uzun silsilesi görülmekte olup, bu silsile de Mesozoik kalkerlerinden ve önde bulunan bir volkanit şeridinden teşekkül etmiştir.
- Foto 2** - Orta eşik, silisleşmiş «Verrucano». Resim batıdan alınmıştır. Bu yamacın, resmin sol yarım parçasının ortasında bulunduğu 1 numaralı fotoya da bakınız. Morfoloji, genç fay tektoniğini belirtmektedir.
- Foto 3** - Karatepe'den doğudaki Kükürt dağına bakış (izahatı metinde).
- Foto 4** - Güneydeki Macil köyünden Hüdaihamamı yakınlarına kadar olan ovanın doğu çerçevesi; 1 numaralı fotonun bir mütenazırıdır. Orada, uzunlamasına bir tepelik arazinin orta yerdeki genç Paleozoik ile Miosenden çıkıntı teşkil etmesi burada da bahis konusudur. Arkadaki dağlar çok daha yüksek olup, ovanın batı çerçevesini teşkil eden Kükürt dağı ile analogize edilebilir
- Foto 5** - Ovanın batıya doğru olan dirseği. Hüdaihamamı traverteninden bakış. Bugünkü kaynakları ile hamam, sübresant kaynak çökeleklerinden daha derindedir ve bu da en genç bir yükseltiye işaret eder.
- Foto 6** - En genç kabarma müstekar ve tedricî olarak vukua gelmemiş, sademe halinde olmuştur. Nitekim, kaynak çıkış noktalarının ufki sıralar halinde ve teras teşekkülünün durumu da bunu göstermektedir.
- Foto 7** - Çökelek teşekküllerinin satıh strüktürü ekseriya kaynak çıkış yerlerinde görülmektedir. Bu da kolayca harap olabilecek durumda bulunan materyelin az nispette aşınmış olduğunu, yani yaşının çok küçük bulunduğunu gösterir.
- Foto 8** - Sübresant traverten içindeki çatlaklar, yaşlı fay sistemlerinin istikametlerini muhafaza etmektedirler : E-W, NNE-SSW. Canlı fay tektoniği için bu durum çok güzel bir misal teşkil eder.

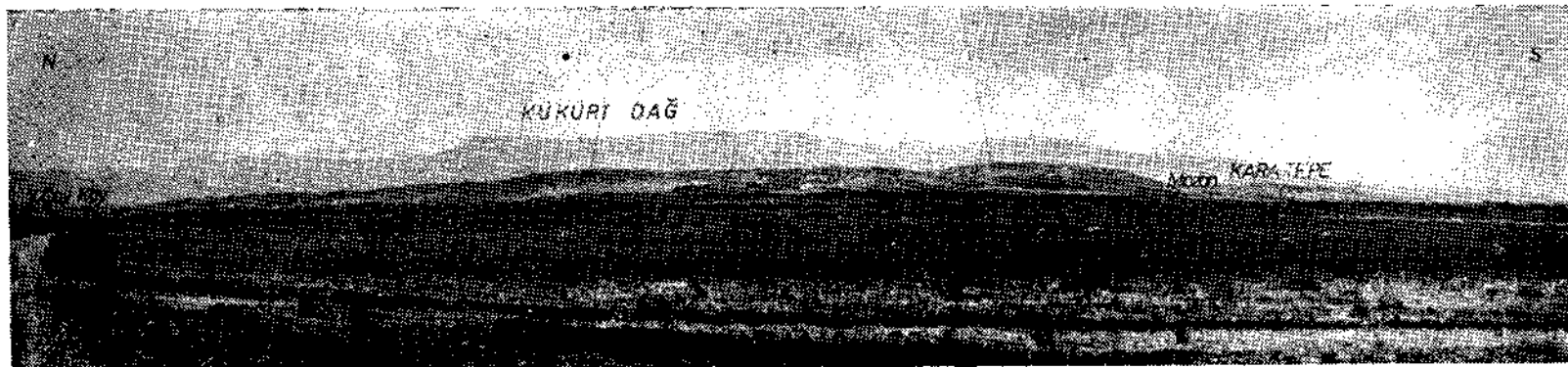


Foto 1

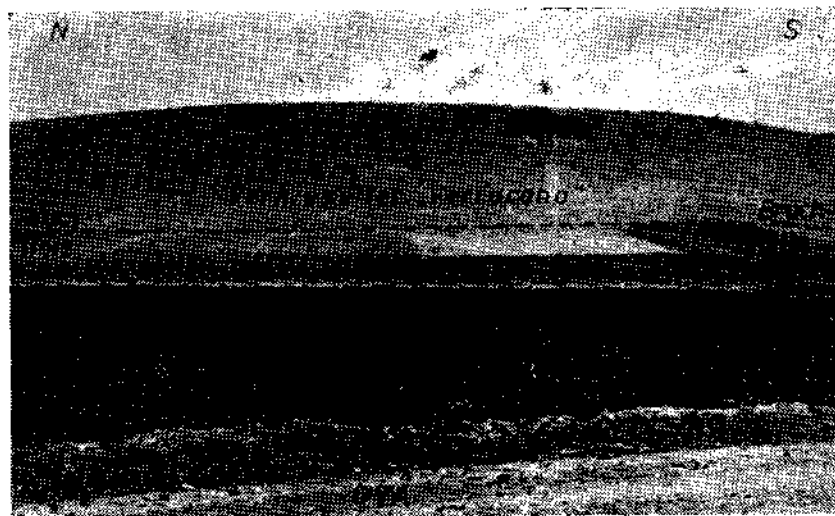


Foto 2

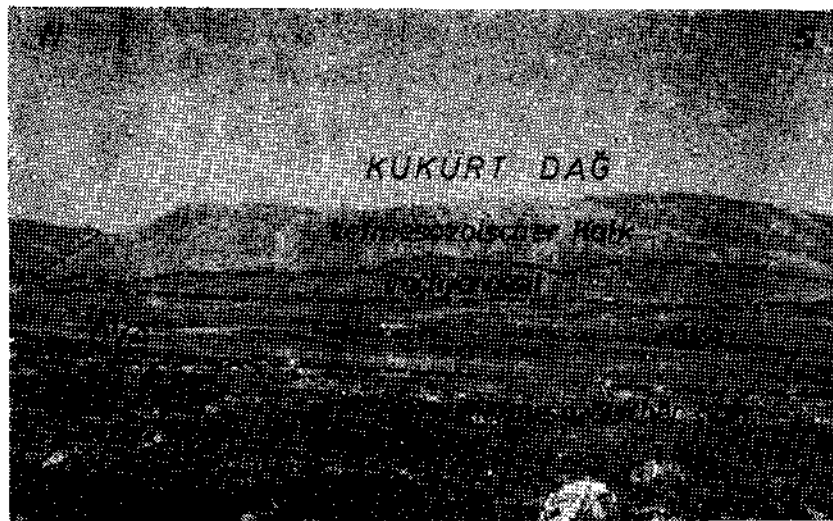


Foto 3

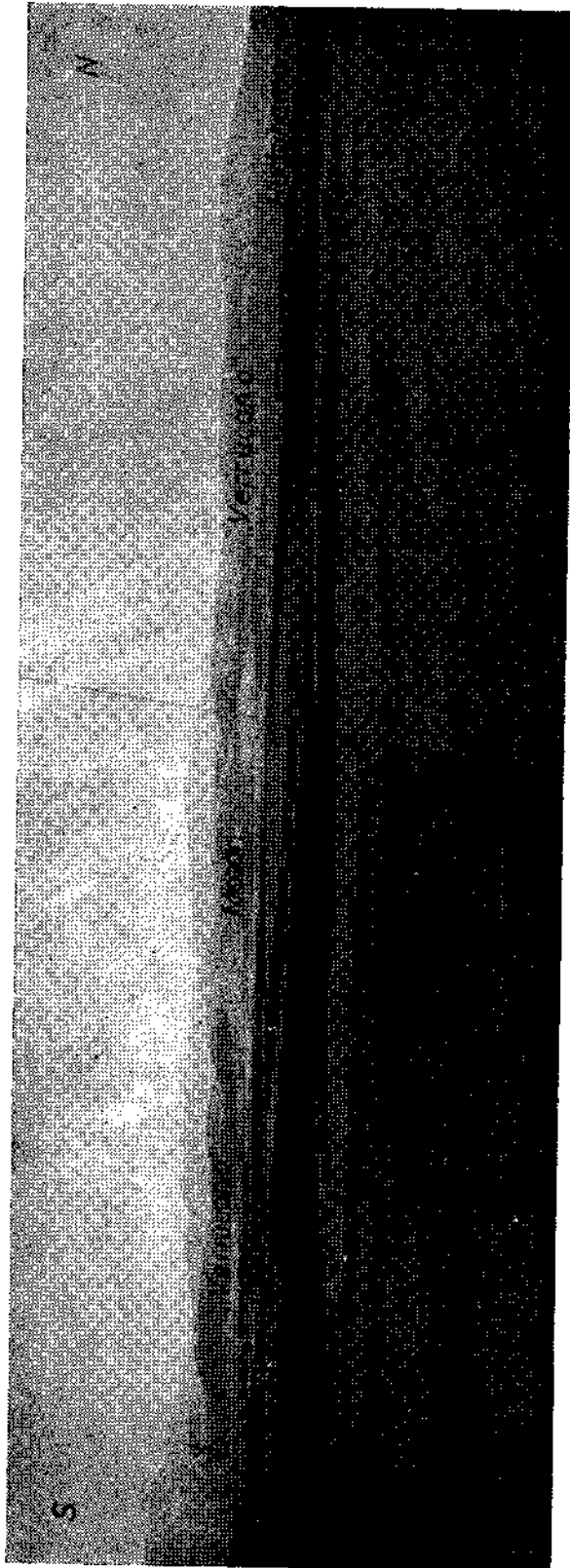


Foto 4

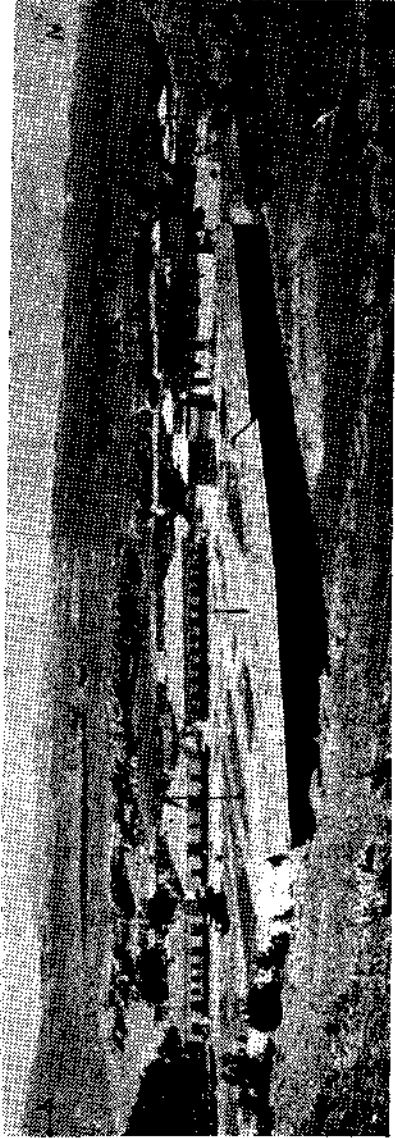


Foto 5

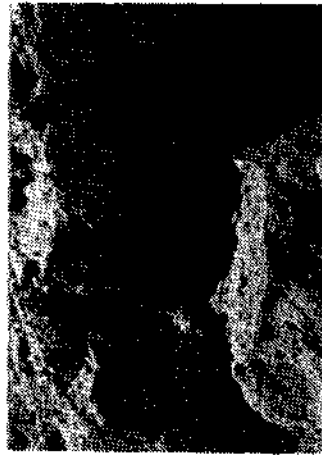


Foto 6

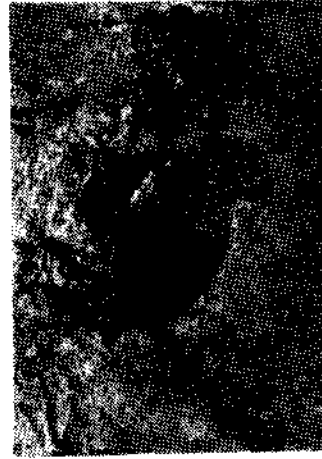


Foto 7



Foto 8

Radyoaktivite—3500 den fazla ölçü alınmıştır—kaynaklar için uranyum veya toryumdan ileri gelmemektedir. Bu elemanların, oksijen ile havanın teması halinde vukua gelen kuvvetli uranyum veya toryum minerallerinde ısı derecesini düşürmeleri icabeder. Radyoaktivite gaz şeklindeki radon dan ileri gelmektedir. Bu telâkki, kaynak suyunun Hüdaihamamı'ndan çıkış yerinde (çözümü içinde toryum bulunması muhtemeldir) radyoinaktif hale gelmesi ile de teeyyüt etmektedir. Bu γ - ışını radon gazı ile birlikte havaya kaçmaktadır. Radon, uranyum (ve toryum) elemanının çok kısa ömürlü bir ayrılımı olduğundan, büyük miktarlarda uranyumun (veya toryumun) derinlerde saklı olması icabeder. Bu elemanların derinlerde Ca ile bağlı bulunmaları (ve mümasilleriyle) ve sadece gaz şeklindeki radonun satha yükselmekte olması da muhtemeldir. Entermedyer magmatik sahrelerin fazla nispette radyoaktif eleman kapsamadıkları malûmdur. Granitler (ve yakınları) satıhta ve Hüdaihamamı kaynaklarının çevresinde görülmemişlerdir. Bununla beraber trakiandeziti siyenitik magmanın, kuvarssiyenit-normalgranit yönünde diferansiyasyonu kolaylıkla akla gelebilir. Bu sahrelerde (ve hattâ kolaylıkla siyenitik ilâ monzonitik magmalarda) radyoaktif mineraller bakımından en yüksek konsantrasyon, yüksek hidrotermal (ilâ pnömatolitik ve bazan da orta termal) safha içinde tecelli eder. Bunun içindir ki, kaynaklardaki yüksek radyoaktivite—sath sahrelerindeki düşük nispete karşı—ılıcaların yüksek (ilâ orta) hidrotermal safhada bulduklarını teyit eder mahiyettedir.

İcmal olarak Hüdaihamamı termal kaynakları hakkında hulâsâtan şunlar söylenebilir;

- Gerek kimyeviyet (yüksek SO_4 tenörü) ve
- gerekse yüksek radyoaktivite (γ -ışını radon gazıdır) ve
- nispeten yüksek olan ısı derecesi (85 santigrata kadar) trakitik-andezitik magmatizmanın postvolkanik etkisinin yüksek ilâ orta termal bir safhaya mensup olduğunu göstermektedir.

6. NEOJEN STRATİGRAFİSİ HAKKINDA DÜŞÜNCELER

Stratigrafik bakımdan derinde bulunan ova tabakalarından elde edilen fosiller Ponsiene işaret etmektedir. Ponsien ise ekseriya Pliosen olarak kabul edilir ve bu özellikle Orta ve Doğu Avrupa için bahis konusudur. Bu çalışmamızda biz Ponsieni Miosen olarak kabul ettik.

Mamafih, stratigrafik münakaşalara katılmak, bu çalışmanın çerçevesi içinde değildir. Bununla beraber, bu mesele üzerinde de bir karara varmak lâzım gelmektedir. Ben, daha iyi deliller getirmemiş olmakla beraber, Ponsieni Üst Miosen olarak kabul eden çoğunluğa (özellikle Anadolu bakımından) katılıyorum.

Fransızlar (Gignoux) Ponsienlerini Miosene nispet ederler. Son zamanlarda A. Winkler-Hermaden, Ponsieni Alt Pannonien ile paralelize etmiş ve bunu da Miosene nispet etmiştir. H. N. Pamir, stratigrafi derslerinde Orta Anadolu volkanizmasını, mütaakıp tatlısu tabakaları ile birlikte Miosende başlatmayı tercih eder.

K. Turnovsky, «Handbuch der Stratigraphie» adlı eserinde Ponsieni Miosene nispet eder («Türk literatüründe Ponsien s. L ekseriya Üst Miosen ile adlandırılır». K. Turnovsky, 1959, sayfa 284).

Ve nihayet J. Westerveld, çok genel olarak Anadolu Ponsienini «Upper Miocene» (1957, p. 103) adı altında toplar ve özellikle Sandıklı bölgesi hakkında (sayfa 113) derki : «.... the lowest tuff Strata have been observed to alternate with Miocene fresh-water limestones, with which they appear to be strongly tilted near Sandıklı and SSE of Afyon».

Yeni stratigrafik etüdlere, bahis konusu tabakalar için Pliosen yaşını sonuçladıkları takdirde, bu çalışmamız etki altında kalacak değildir, bu takdirde lejanın (ve belki de tektonik safha paralelizasyonunun) değiştirilmesi yetecek ve müşahedelerde, tektonik ve volkanolojik sonuçlamalarda her hangi bir değişiklik olmayacaktır.

Neşre verildiği tarih 23 Ağustos, 1962

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- BALICZO, H. (1955) : Heilquellennormung. Moderne Erkenntnisse in der Einteilung sowie Beurteilung der Mineralwaesser. *Zeitschrift f. physikalische Therapie, Baeder- u. Klimaheilkunde*. Jg. I, Wien.
- ÇAĞLAR, K. Ö. (1950) : Türkiye Maden Suları ve Kaplıcaları. Fasikül: 3, *M.T.A. Ser. B*, Nr. 11, Ankara.
- CHAPUT, E. (1936) : Voyages d'etudes geologiques et geomorphologiques en Turquie. *Mem. Inst. Français d'Archéol.*, İstanbul, T. II.
- (1941) : La Phrygie. Expl. Archeol., T. I, *Geol. et Geogr. Physique*, İstanbul.
- GIGNOUK, M. (1955) : Stratigraphic Geology. San Francisco.
- MÜLLER, G. (1955) : Afyon vilâyetindeki termal kaynaklar. *M.T.A. Rap.* No. 2220 (neşredilmemiş), Ankara.
- NEBERT, K. (1956) : Sivas vilâyetinin Zara-İmranlı mıntakasındaki jips serisinin stratigrafik durumu hakkında. *M.T.A. Derg.* No. 48. Ankara.
- (1958) : İç Anadolu'nun en genç jeolojik-tektonik olayı hakkında bir etüd : Ankara vilâyetinin (Kayı-Bucuk) civarındaki Wallachien orojenez safhasının ispatı. *M.T.A. Derg.* No. 50, Ankara.
- (1959) : Anadolu'daki sima magmatizmasına ait silis teşekkülleri. *M.T.A. Derg.* No. 53, Ankara.
- PAMİR, H. N. & CHAPUT, J. E. (1960) : Lexique Stratigraphie International. XX. *Congr. Geol. Intern. Mexico*. Vol. III (Asie) Fasc. 9c.
- PAPP, A. (1959) : Tertiär (mit THENİUS, E.) I. Teil : Grundzüge regionaler Stratigraphie, Stuttgart.
- PAREJAS, E. (1942) : Sandıklı, Dinar, Burdur, Isparta ve Eğridir bölgesinde yapılan jeolojik löveler hak. rapor. *M.T.A. Rap.* No. 1390 (neşredilmemiş), Ankara.
- (1943) : Le volcanisme tertiaire au Sud d'Afyon Karahisar. *C. R. Soc. Sci. Phys. Nat.*, Geneve.
- PENCK, W. (1918) : Tektonische Grundzüge West-Kleinasien. Stuttgart.
- PHILIPPSON, A. (1918) : Kleinasien. *Handbuch d. reg. Geol.* II. Bd., 2. Abt. Heidelberg.
- RONNER, F. (1956) : Hüdaıhamamı termal kaynaklarına ve kaplıcalarına (Sandıklı-Afyonkarahisar) dair muvakkat rapor. *M.T.A. Rap.* No. 2493 (neşredilmemiş), Ankara.

- STILLE, H. (1940) : Einführung in den Bau Amerikas, Berlin.
- (1924) : Grundfragen der vergleichenden Tektonik, Berlin.
- TURNOVSKY, K. (1959) : Kleinasien; aus PAPP, A.
- WESTERVELD, J. (1957) : Phases of Neogene and Quaternary Volcanism in Asia Minor. *XX. Congr. Geol. Intern. Mexico. Sec. I. (I. Bd.)*.
- WINKLER-HERMADEN, A. (1954) : Ergebnisse über zeitliche Gliederung und Ablauf jungtertiärer tektonischer Vorgänge u.s.w. In : *XIX. Congr. Geol. Intern., Alger, Sect. XIII., Fasc. XIV.*
- (1960) : Zur Frage der Beziehungen zwischen Tektonik und Landformung. *Geol. Rdsch., Bd. 50.*
- (1960) : Der Vergleich der obermiozänen-pliozänen Schichtfolgen im Mediterranbereich mit jenen in den pannonisch-pontischen Gebieten.