

REN MASİFİ, NEUWIED HAVZASININ (BATI ALMANYA) DOĞU KENARINDAKİ BENDORF KİL YATAKLARININ JEOLJİK DURUMU*

İsmail SEYHAN

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

1. GİRİŞ VE GAYE

1964-1966 yıllarında tarafımdan, aşağı Westerwald kil yatakları bölgesinin 1 : 10 000 ölçekli jeolojik haritası yapılmış, Alt Devonien-Ems sedimanları karakteristik tabakalar yardımıyla kalınlığı az birimlere bölünmüş, bölgenin rejyonal tektoniğinin ve kil havzalarının tektonik teşekküllerinin anlaşılmasına çalışılmıştır.

Tersiyer-Kuaterner hareketler, detaylı eklem sistemleri analizi ile, bu hareketler sonucu teşekkül eden kil havzalarının birbirleri ile olan petrofasiyes münasebetleri de yapılan sondajlarla incelenmiştir. Kapalı bir kil havzasında vukua gelen jeoşimik olaylar Vallendar kil havzası misal alınarak etüd edilmiştir.

Bundan sonra, Vallendar killerinin teknolojik özellikleri ve kalitesi, bunların kimyasal bileşimleri, plastisiteleri, hat çekme ve tane büyüklüğü tespit edilmiş, ve neticeler arazinin jeolojik durumu ile, jenetik yönden mukayese edilmişlerdir.

Çalışmaların sonunda, Vallendar kil ocağının rezerv hesabı ve kalitatif tasnifli işletme planı yapılmıştır.

Çalışmalarımı yöneten Prof. Dr. A. Pilger'e, Prof. Dr. H. Bottke'ye yardımlarını esirgemeyen Mannesmann Firması yetkililerine, Siegerland Madencilik Şirketine, Koblenz Maden Dairesine, Hillscheid ve Vallendar Kil Ocakları İşletme Müdürlerine, Höhr-Seramik Mühendis Okulu Rektör ve diğer teknik elemanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

2. KİL YATAKLARININ DEVONİEN TABANININ JEOLJİSİ

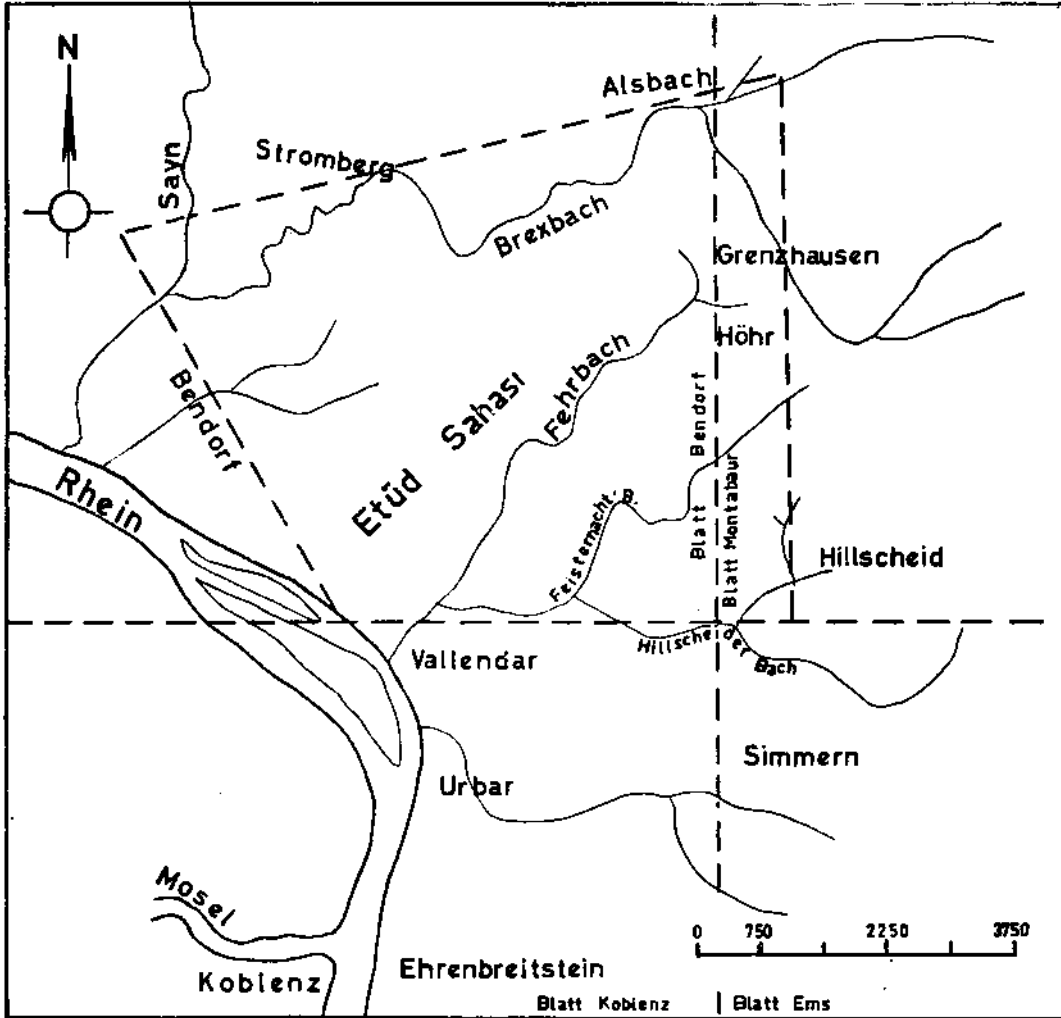
21. Etüd sahası

Etüd sahası Ren masifinin Aşağı Westerwald bölgesinde, Neuwied havzası doğusunda Bendorf- Höhr - Hillscheid - Vallendar arasında bulunup, takriben 30 km² lik bir alanı kaplar (Şek. 1).

22. Morfoloji

Etüd bölgesinin morfolojisine Montabaur tepesi ve Ren vadisine doğru eğimli düzlükler hâkimdir. Bu düzlükler Tersiyer ve Kuaterner örtü altında kalmışlardır. Tabandaki Devonien yaşlı kayaçlar ancak derin vadilerde aflöre ederler.

* İsmail Seyhan tarafından, Kasım 1966 da, Clausthal Maden Akademisi - Teknik Üniversitesi Tabii İlimler Fakültesine verilen doktora tezinin özetidir.



Şek. 1 - Etüd sahasının krokisi.

23. Stratigrafi ve fasies

Devonien devrinin Ems formasyonuna ait kalın seriler monoton ve klastik sedimentler fasiesindedirler. Bir kum-kil nöbetleşmesi halinde olan bu sedimentleri, Alt, Orta ve Üst Ems olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür. İnce-stratigrafik profiller yardımıyla Alt Ems'i dört, Orta Ems'i beş, Üst Ems'i altı harita birimine ayırmak mümkündür (Şek. 2).

Alt Ems'te sedimentasyon ilerledikçe kum-kil ayrışması azalır ve her ikisi karışık olarak çöker. Formasyon siyah killi şistler ve kalın banklı kuarsitleri başlar ve kuarslı-şistlerle son bulur. Orta Ems'in birimlerinde kumlu ve killi sedimentler kesin olarak birbirlerinden ayrılmışlardır. Üst Ems'te ise daha çok kumlu sedimentler çökelmiştir.

24. Petrofasies

Birimler klastik bir petrofasiesin her yerde yaygın bir halde bulunmasına rağmen, çökdikleri yere ve zamana göre bazı farklar gösterirler. Bu farklılaşma bilhassa kil-kum nöbetleşmesinin değişen özelliklerinde görülür (Şek. 3).

241. *Petrofasiesin düşey dağılımı.* — Etüd bölgemizin Devonien denizinde sedimentasyon siyah killi şistlerle başlamış, kısa süren kumlu sedimentasyon ise bu killi şistlerin arasında kuarsit banklarının meydana gelmesine sebep olmuştur. Daha sonra kum sedimentleri miktar bakımından killi sedimentleri geçmiş, sadece kalın banklı kuarsitler ve bunların arasında az miktarda bandlı killi şistler çökelmişlerdir. Alt Ems - Orta Ems sınırında kil, kum çökmesi aynı zamanda vuku bulmuştur. Orta Ems'in ilk yarısına kumtaşları ve kuarsitler hâkim iken, ikinci yarısına düzensiz bir sedimentasyonun hâkim olduğu görülür. Üst Ems'de killi çökmenin tamamen gerilediği, buna mukabil yüzlerce metre kalınlığında kumtaşı ve kuarsitin teşekkül ettiği görülür.

242. *Petrofasiesin yatay dağılımı.* — Sedimentlerin kalınlıklarının ve petrografik özelliklerinin değişimi, bilhassa doğu ve kuzey istikametlerinde görülür. Güneyde Ren vadisi yamaçlarında her yerde görülen açık renkli kumlu şistlere, kuzeyde Breksbach vadisinde nadiren rastlanır. Tabaka doğrultusundaki bu değişiklik bütün stratigrafik birimlerde müşahede edilir. Orta Ems formasyonunun üst kısmını teşkil eden açık yeşil renkli Vallendar kumtaşı ve kumlu şistleri ise kuzey istikametinde bir değişiklik göstermezler, fakat doğu istikametinde tedricî olarak siyah killi şistlere ve bandlı şistlere dönüşürler.

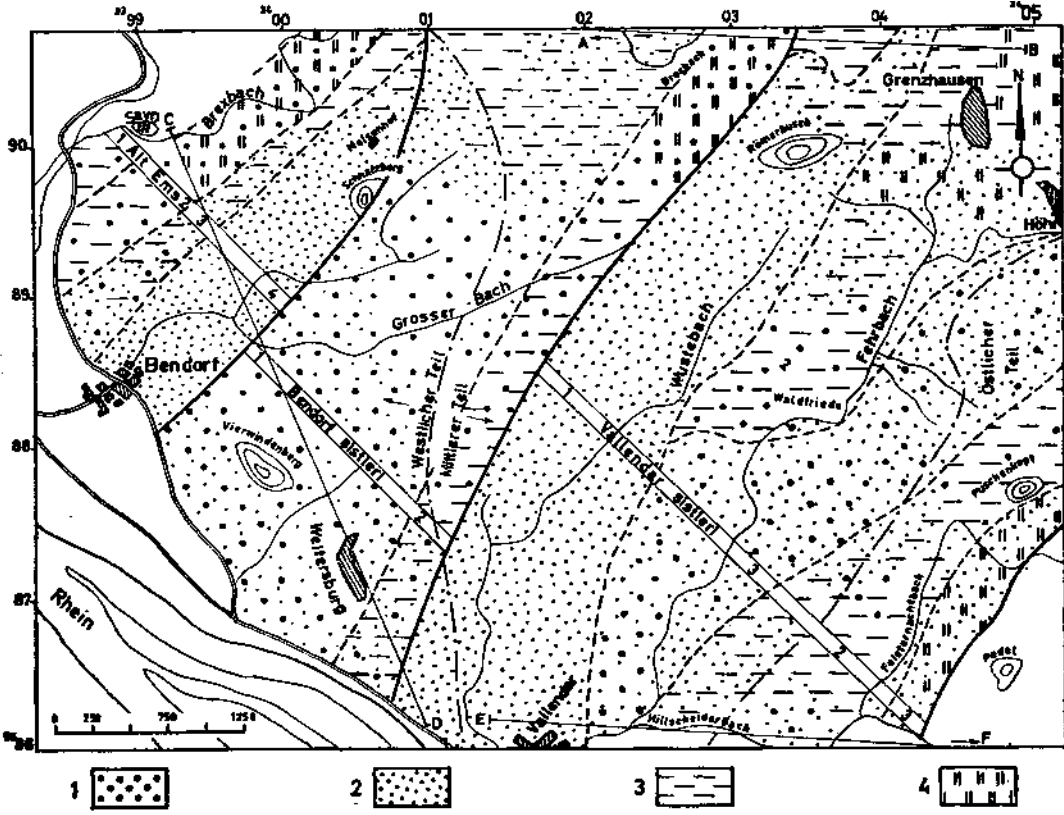
243. *Kum-kil nöbetleşmesinin litojenezi.* — Fasies değişimlerinin jenetik ve paleocoğrafik izahı oldukça güçtür. Mevziî hareketler, sedimentasyon havzasının morfolojisi, eşiklerin yükselmesi, su akıntıları, epirojenetik hareketler, sahil hattının yer değiştirmesi, iklim değişikliği, aşınmaya ve çökelmeye uğrayan malzemenin cinsi ve miktarı söz konusu fasies değişimlerinde mühim roller oynamışlardır. Bu durumu, gerek yersel ve gerekse rejyonal değişimlerde görmek ve izlemek mümkündür. En büyük fasies farkının bulunduğu Ren vadisi ve Breksbach vadisi arasında ise, kum sevkiyatının kuzeydeki kil sedimentasyon bölgesine ulaşmasını zaman zaman önlemiş olan WNW-ESE uzanımlı bir eşikten bahsetmek mümkündür. Hem tektonik ve hem de fasies dağılımı bakımından bir geçiş bölgesi durumunda olan bu eşik, Tersiyerde kil havzalarının tercihan teşekkül ettikleri bir yer olmuştur.

25. Kil yataklarının Devonien tabanının tektoniği

Etüd sahamızın ve geniş çevresinin tektoniği, hem Devonien masifinin strüktürel yapısının bilinmesi ve hem de kil yataklarının teşekkülünü mümkün kılan Tersiyer devri hareketlerinin bu yapı ile olan münasebetinin ortaya çıkarılması için, detaylı olarak incelenmiştir (Şek. 5).

251. *Rejyonal tektonik.* — Ren masifinde şistleşme, şariyaj ve hâkim tabakalaşma SE ve antiklinal yatımı NW istikametli olduğu halde, etüd sahamızda durum tersinedir. «Koblenz-basınç eklemi» adı verilen bu bölge büyük Siegerland antiklinalinin güney kanadında ve Montabaur senklinalinin kuzeyindedir.

252. *Kıvrımlar.* — Etüd sahamızın orojenetik yapısı aflörmanların azlığından kolay ve kesin olarak tespit edilememektedir. Ancak Ems Formasyonunun karakteristik tabakalarının takibi ve ikinci derecedeki küçük kıvrımların sentezi, sahamızın büyük antiklinalleri ve senklinaleri hakkında bir fikir vermektedir. Bendorf antiklinalinin devrik güneydoğu kanadı etüd sahamıza kuzeybatıdan dahil olmakta, bunu doğu-güneydoğu istikametinde Breksbach senklinali, Weitersburg antiklinali, Grenzau senklinali, Fehrbach ve Tannenhof antiklinaleri izlemektedir. Kıvrım eksenleri ve tabaka doğrultuları umumiyetle SW-NE yönlüdür.

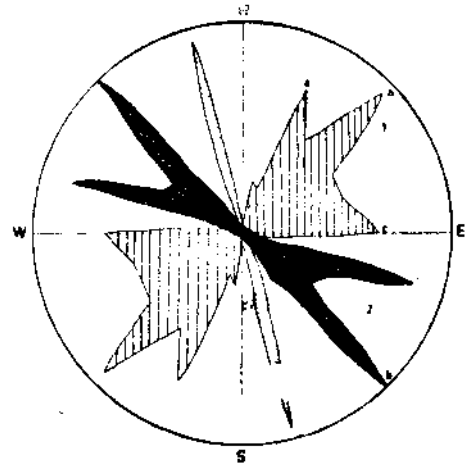


Şek. 3 - Fasies haritası (Alt Ems - Orta Ems).
1 - Kumlu; 2 - Killi kumlu; 3 - Killi; 4 - Bandh.

253. Kıvrımların iç yapı özellikleri. — Tabaka ve şistleşme yüzeyleri ile kıvrım eksenleri ve eklem sistemlerinin çok sayıda ölçüsü alınıp tektonik diyagramlarda değerlendirilmesiyle etüd sahamızın orojenetik yapısının özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Buna göre batı kesiminde kıvrımlar güneydoğuya devrik, kıvrım eksenleri kuzeydoğuya eğimlidir. Şistleşme yüzeyleri kuzeybatıya, enine çatlaklar ise güneybatıya yatım gösterirler. Weitersburg antiklinali ile Fehrbach arasındaki merkez kesiminde ise kıvrımlar batı kesiminde olduğu gibi devrik değildir. Şistleşme antiklinallerde düz, Senklinallerde ters bir yelpazelenme gösterir. Kıvrım eksenleri birbirlerine karşı eğimli olup, Meisenhof ve Hilscheid arasında bir eksen depresyonu meydana getirir. Doğu kesiminde kıvrımların yatımı kısmen NW istikamettir. Kıvrım eksenleri güneybatıya eğimlidir, şistleşme az, enine çatlaklar kuzeydoğuya yatımlıdır (Şek. 6, 7).

Eksenlerin istikamet ve eğimlerindeki düzensizlik fasies sınırlarında ve Terziyer devrinin yükselme ve alçalma hareketlerinin tesirli olduğu yerlerde daha bariz olarak görülür. Kuzeybatıdan gelen orojenetik basınç güneydoğuya eğik veya devrik kıvrımları meydana getirmiş, fakat etüd sahamızın doğusunda yer alan kalın Ems—kuarsit serisinin karşı—basıncı bu kesimdeki eğik kıvrımların ters yönlü olmasını sağlamıştır. Merkez kesiminde ise kıvrımlar oldukça simetriktir. Kıvrılma ve şistleşme aynı yaşlı olup, şist ve tabaka yüzeyleri arasındaki eğim ve doğrultu farkı, basınca uğrayan Sedimentlerin farklı özelliklerinden doğmuştur. Tabakada kum miktarı arttıkça şist yüzeyleri arasındaki mesafe de artmış, kalın kuarsitler arasın-

daki killi seriler düzensiz olarak şistlenmişlerdir. Killi seriler içerisinde kumlu bankların kama halinde başlaması ve bitmesi şist yüzeylerinin bu istikametlerde zorlanmasına sebep olmuştur. Tabakalaşma ve şistleşmenin aykırılığı veya şistleşmenin iki yönlülüğü Sedimentlerin alterasyon neticesi ince uzun çubuklar meydana getirmesine sebep olmuştur. Tektonik analizler yarıma ve çatlamların belirli bir düzen gösterdiğini ortaya koymuştur. Buna göre çatlaklar a) enine çatlaklar, b) boyuna çatlaklar, c) çapraz (diyagonal) çatlaklar olmak üzere üç kısma ayrılırlar. Enine çatlaklar Neuwied havzasının kenar faylarına ve etüd sahamızdaki kil zuhurlarını sınırlayan faylara teka-bül etmektedir. Boyuna çatlaklar şistleşme yüzeylerine paralel ve çok zaman onların kuarsitlerdeki devamıdır. Çapraz çatlaklar, bölgedeki eskiden işletilmiş cevher filonlarının istikametlerine uygun olup, iki yönlüdürler ve bazı derin vadilere paraleldirler.



Şek. 4 - Morfolojik diyagram.

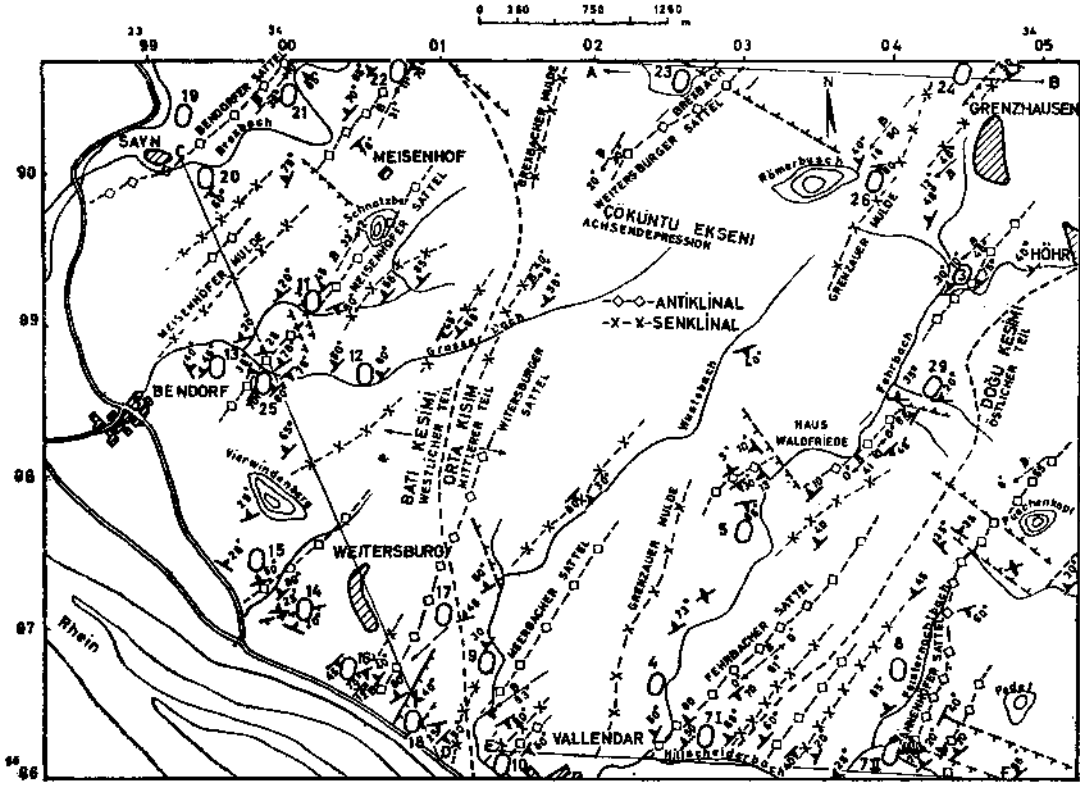
1 - Boyuna vadiler; 2 - Enine vadiler;
3 - Çapraz vadiler.

254. *Tektonik ve cevherleşme.*— Etüd sahamızda a) siderit filonları, b) Cu, Pb, Zn, Ag filonları olmak üzere iki ayrı cevherleşme mevcuttur. Siderit filonları etüd sahamızın batısında, diğerleri ise merkezî ve doğu kesiminde yer alırlar. Etüd sahamızın doğu-batı ve kuzey-güney istikametinde tespit edilen petrofases ve tektonik yapı farklarına aynı şekilde cevher fasiesinin değişiminde de rastlanmış, burasının Siegerland demir havzası ile Bad Ems Cu-Pb-Zn-Ag-havzasının sınırlarında olduğu anlaşılmıştır (Şek. 6).

255. *Tersiyer ve Kuaternerin genç tektoniği.* — Arazinin genç tektoniğine, geniş çevrenin rejonel yükselmesi ve Neuvied havzasının nispeten alçalması ve buna bağlı olarak gelişen volkanik faaliyetler hâkimdir. Yapılan tektonik analizler Tersiyerdeki kil havzalarının teşekkülüne imkân veren epirojenetik hareketlerin Devonien tabanının Paleozoik yapısıyla alâkalı olduğunu, Hersinien orojenezine ait fay ve eklem sistemlerinin Tersiyer ve Kuaternerde tekrar aktif hale geldiklerini göstermiştir.

256. *Tektonik ve morfoloji.* — Etüd sahasındaki vadilerin istikamet analizleri bunların, enine, boyuna ve çapraz vadiler olmak üzere üç grupta toplanabileceğini göstermiştir. Kıvrım eksenlerine göre yapılan bu tasnif, çatlak ve fay sistemlerine de uymaktadır. Ren masifinin Holosen devrine ait genç vadi teşekkülü, Paleozoik masifin Hersinien yapısı ile alâkalı olup, genç hareketlerin yeni ve değişik fay ve eklem sistemleri yaratmadığını mevcut eski sistemleri kullandığını indirekt olarak ispat etmektedir (Şek. 4).

257. *Tektonik etüdlerin neticelerine toplu bakış.* — Tektonik etüdlerin sonuçlarını şu şekilde özetleyebiliriz: kıvrılma, şistleşme, faylanma ve çatlamlar aynı yaşlıdır. Bunların yatım ve doğrultuları, bazı simetri sistemlerine uygun olarak değişmektedir. Bu simetri sistemlerinin teşekkülünü tektonik basınç ve bu basınca mukave-



Şek. 5 - Etüd sahasının tektonik haritası.

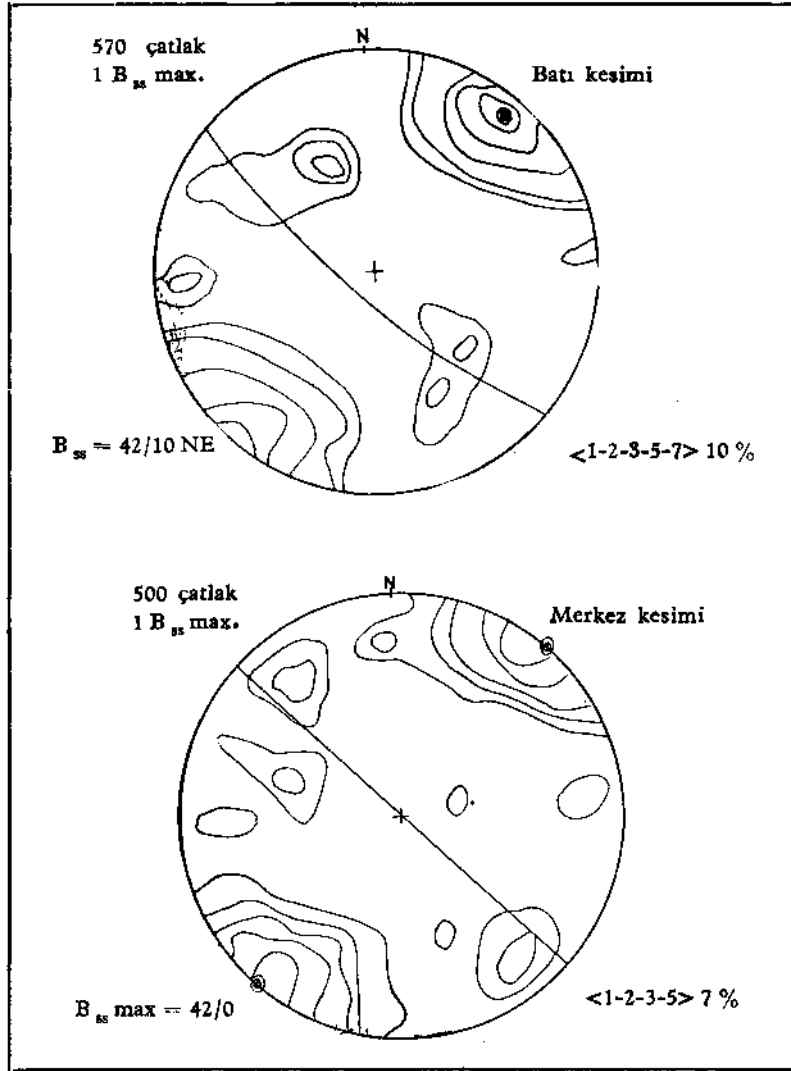
met gösteren kayaçların petrofasiyes özellikleri ile izah etmek mümkündür. Kıvrımlar Hersinien örojenezinin Bretonik fazında teşekkül etmişler, Südatien fazında ise ikinci bir sıkışmaya maruz kalmışlardır. Tersiyer hareketler söz konusu simetri sistemlerine uygun olarak vuku bulmuşlardır. Sistemlerin bozulmasına ancak havza kenar faylarının yakın çevrelerinde rastlanmaktadır. Tersiyerin epirojenetik yükselme ve alçalma hareketleri Devonien masifinin iç yapısına, bilhassa kıvrım eksenlerine ve enine faylara uygun olarak birçok kil havzasının teşekkülüne imkân vermiştir.

3. NEUWIED HAVZASI DOĞUSUNDAKİ TERSİYERE AİT KİL YATAKLARI

Neuwied havzası doğusundaki kil yataklarını batı-doğu ve merkez kesimi kil zuhurları olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür. Batı grupuna giren yataklar havza masif sınırının hemen yakınındadır. Doğu grubu kil yatakları ise büyük Siershan havzası ile alâkadardır. Asıl etüd mevzuumuz olan merkezi kesimdeki kil yatakları ise, Meisenhof ile Hillscheid havzası arasında yer alırlar.

31. Kil yataklarının stratigrafik durumu

Bölgemizde Ren masifinin yükselmesi, kil havzalarının teşekkülü ve kil sedimentasyonunun başlaması bazı yazarlara göre Alt Miosende, bazılarına göre Orta Oligosende vuku bulmuştur. Son yapılan detay etüdlere ise killerin iki kısma ayrılması gerektiğini ortaya koymuştur: Eosen-Oligosen yaşlı koyu renkli eski killer ve



Şek. 6 - Tektonik diyagramlar.

Üst Oligosen-Pliosen yaşlı, açık renkli genç killer. Rezerv ve kalitesi çok sayıda sığ sondajlarla tespit edilen Vallendar (Höhrer Loch) kil yatağında Üst Eosen, tabanda kırmızı kil ve beyaz killi kum ile üst kısmında kalınlığı 2-8 m arasında değişen bitümlü, kahverenkli killerle temsil edilmektedir; Alt Oligosenin, açık renkli kumlu killerinin kalınlığı ise 2-10 metre arasında değişmektedir.

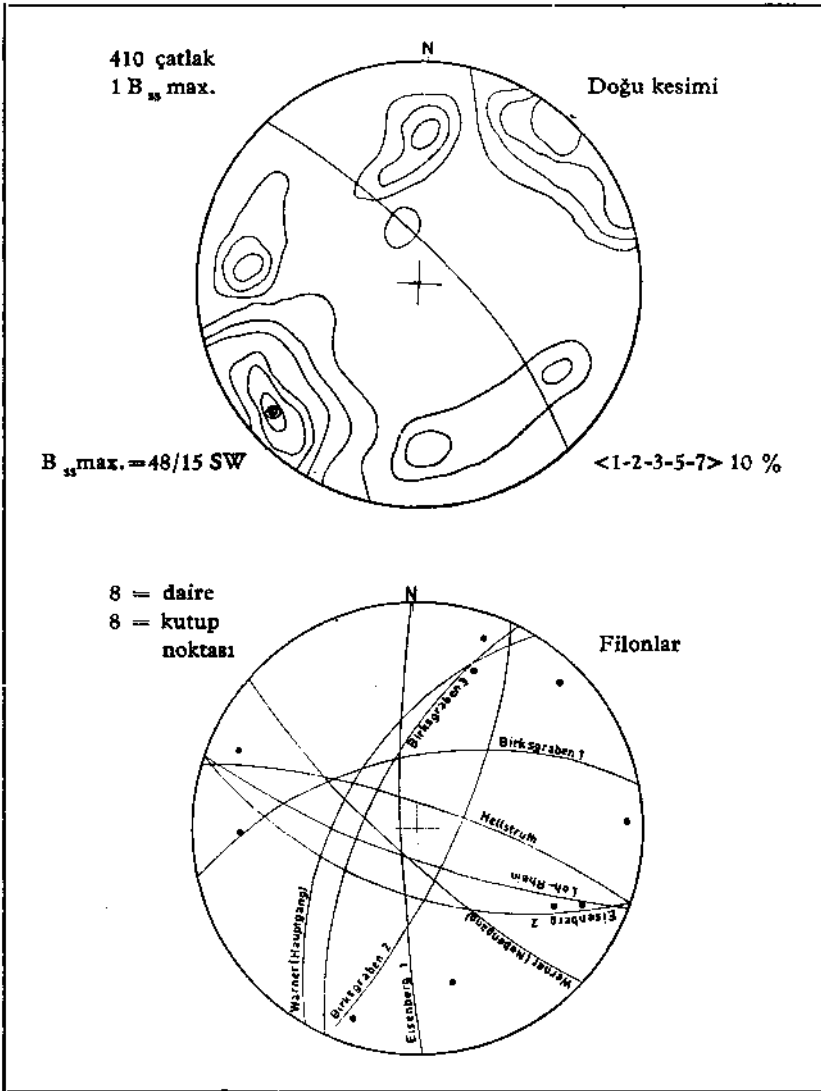
32. Bendorf-Hillscheid arasındaki kil yataklarının tektonik durumu

Etüd bölgemizde gerek litolojik fasies değişimi, gerekse Hersinien kıvrım eksenlerinin eksen depresyonu ile beliren ve Tersiyerde alçalma hareketlerine uğrayan saha, bu hareketler sonunda, Bendorf, Höhr-Grenzhausen ve Hillscheid civarındaki kil havzalarının teşekkülüne imkân vermiştir. Büyük Neuwied havzasının kuzey kenarını teşkil eden faylı zonun, etüd sahamıza isabet eden devamı Paleozoik masifin kıvrım strüktürüne paralel, bazı çöküntü havzalarını da dikine kesmektedir. Bilhassa Siershahn'a kadar takibedilebilen havza ile olan kesim noktasında Hillscheid ve Höhr-Grenzhausen'in en kalın kil yatakları teşekkül etmişlerdir. Bu ikinci

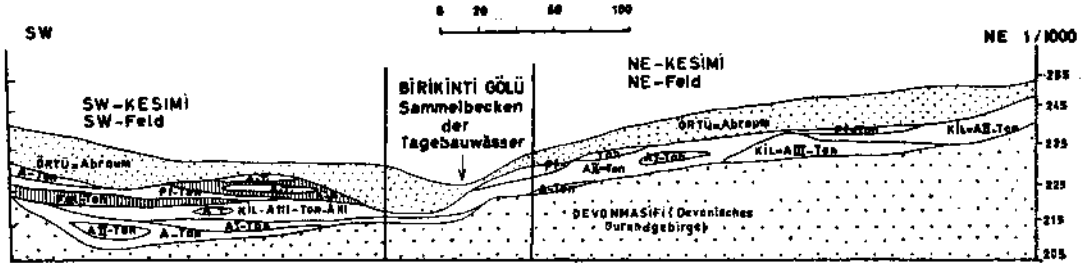
çöküntü havzasını aşağı Hessen, Westerwald ve Nemvied üzerinden Paris havzasına kadar takibetmek mümkündür. Bunu dik olarak kesen NNW-SSE doğrultulu çöküntü havzası ise Ruhr ve Mainz havzaları ile irtibat halindedir.

33. Vallendar kil havzasının (Höhrer Loch) tektenik teşekkülü

Sayırsız kapalı, küçük kil havzası ihtiva eden ve yüzlerce km uzunluğunda olan büyük çöküntü havzaları nasıl Paleozoik masifin strüktürüne bağlı olarak teşekkül etmişlerse, aynı bağlantı, söz konusu küçük, kapalı kil havzalarında da kendini göstermiştir. Bunlardan toplam uzunluğu 800 metreyi bulan sığ sondajlarla incelenen Vallendar kil havzası SW-NE doğrultulu olup, SW istikametinde, NW-SE doğrultulu bir fay boyunca, Paleozoik masife karşı çökmüştür. Mercek şeklindeki yatak, ortasından geçen bir WNW-ESE fay-fleksür zonu ile ikiye ayrılmıştır. Bu ayrılma killerin kalınlığına ve petrofasesine tesir etmiştir (Şek. 8, 9).



Şek. 7 - Tektonik diyagramlar.



Şek. 8 - Höhrer Loch kil ocağının boyuna kesiti.

Havzanın güneybatı kesiminin taban morfolojisi incelenecek olursa, iki eşikle birbirinden ayrılan üç tali çöküntü görülür. Bunlar SW-NE doğrultulu olup, Paleozoik masifin kıvrım eksenlerine paraleldirler. Havzanın güneybatı kenarını teşkil eden faylı zonun bu tali çöküntülerle kesildiği yerlerde, kil ve örtü kalınlığı, en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Kil kalınlığının dağılımını gösteren izopaklar, E-W doğrultulu diğer bir çöküntü zonunun varlığını hissettirmektedir ki, bu da ana havzayı ikiye bölen fay-fleksür hattına ve güneybatı kesiminin havza eksenine paraleldir. Buradan da anlaşılacağı üzere, fay-fleksür zonuyla ikiye ayrılmadan evvel SW-NE doğrultusunda olan ana havza eksenini, ayrılmadan sonra E-W istikametine dönmüştür. Havzanın kuzeydoğu kesiminin eşikleri ve tali çöküntüleri güneybatıya nispeten daha belirsiz olup, burada sakin bir sedimentasyon vuku bulmuştur. Bu da her iki kesimin kil çeşitlerinin değişik olmasına yol açmıştır. Eşiklerin çöküntü zonlarına geçişleri, plastik killerde fleksür, kumlu killerde ise faylarla vuku bulmaktadır. Bütün bu bahsedilen fay ve fleksürlerdeki hareketler, sedimentasyon sırasında da sinsedimenter olarak devam etmiştir. Aynı durum killeri örten kum-lösponza ve bazalt-tüfit örtüsünün sedimentasyonu için de geçerlidir. Çünkü bu örtünün kalınlığı da eşiklerin ve çöküntü zonlarının durumuna göre, aynı killerde olduğu gibi değişmektedir. Hillscheid kil havzasının tektonik teşekkülü prensip itibariyle Höhrer Loch kil havzasının teşekkülünün aynıdır; orada da ana havza Paleozoik masife karşı NW-SE doğrultulu bir fay boyunca çökmüştür. Yalnız havza morfolojisi pek fazla değişmemektedir. Bunun da sebebi, havza tabanının tali çökme hareketlerine imkân vermeyen kalın banklı Paleozoik kuarsit tabakalarından meydana gelmiş olmasıdır. Buradaki Oligosen killeri kenar fayı boyunca sürüklenir. Fakat Miosen killerinde böyle bir hareket vuku bulmamıştır.

34. Vallendar killerin petro-şimik sınıflandırılması

341. *Killerin mineralojik yapısı.* — Röntgen analizlerine göre killerin bileşimi ağırlık itibariyle % 90 oranında kuars, kaolinit ve muskovit minerallerinden meydana gelmektedir. Ortalama olarak % 30 kuars, % 20 muskovit, % 40 kaolinit ihtiva eden killer az miktarlarda feldspat, kalsit, hematit, götit, montmorillonit ve vermikülit ihtiva etmektedir. Kaolinitin atom şebekesindeki düzensizlik metahallosit ve fire-clay yapıları arasında değişmektedir. Muskovit ve serisit muhtevası Devonienin killi şistlerinden meydana gelmektedir. Vermikülit ise yeni teşekküllü bir kil mikasıdır.

Killerin plastikiyeti arttıkça, kaolinitin yanında montmorillonit oranı da artmaktadır. Kahverenkli, yağlı, ağırlığının % 38 den fazlası Al_2O_3 olan bu killer bazan % 30 oranına kadar montmorillonit ihtiva etmektedir. Bu killer ayrıca % 3 oranında organik madde ve yer yer bol pirit mineralleri ihtiva ederler.

342. *Killerin kimyasal yapısı.*— Sondaj karotlarından alınan numunelerin analizlerine göre killerin ateş zayıtı, killi kum ve kumlu beyaz killerde %4 ten, plastik killerde %13 e kadar değişmekte, organik maddesi bol bazı çeşitlerde ise % 27 ye kadar yükselmektedir. Alkali-oksitleri toplamı % 1-4, Ca ve Mg oksitleri toplamı % 1-2, Fe_2O_3 % 1 - 1.5 (bazı demirli seviyelerde %6), $Al_2O_3+TiO_2$ %10-40 civarındadır. Kimyasal bileşim, havzanın NE ve SW kesimlerinde bazı değişiklikler göstermektedir. SW killerinin CaO, MgO, Na_2O muhtevası NE killerininkilerden düşük, K_2O muhtevası ise, serisit ve illit ihtiva ettiklerinden, daha yüksektir. NE kesiminin plastik, bitümlü killeri aynı zamanda, demirce de zengin ve humus+Fe-Ca - Mg - karbonat parajenezi dolayısıyla ateş kayıpları da çok yüksektir. Demir ihtiva eden hafif asitli suların bu organik maddelerin ayrışmasından hâsıl olan H_2S ile reaksiyonları pirit ve markasit teşekkülüne sebep olmuştur. Bunlar bazan büyük kongresyonlar meydana getirmektedirler (Şek. 10).

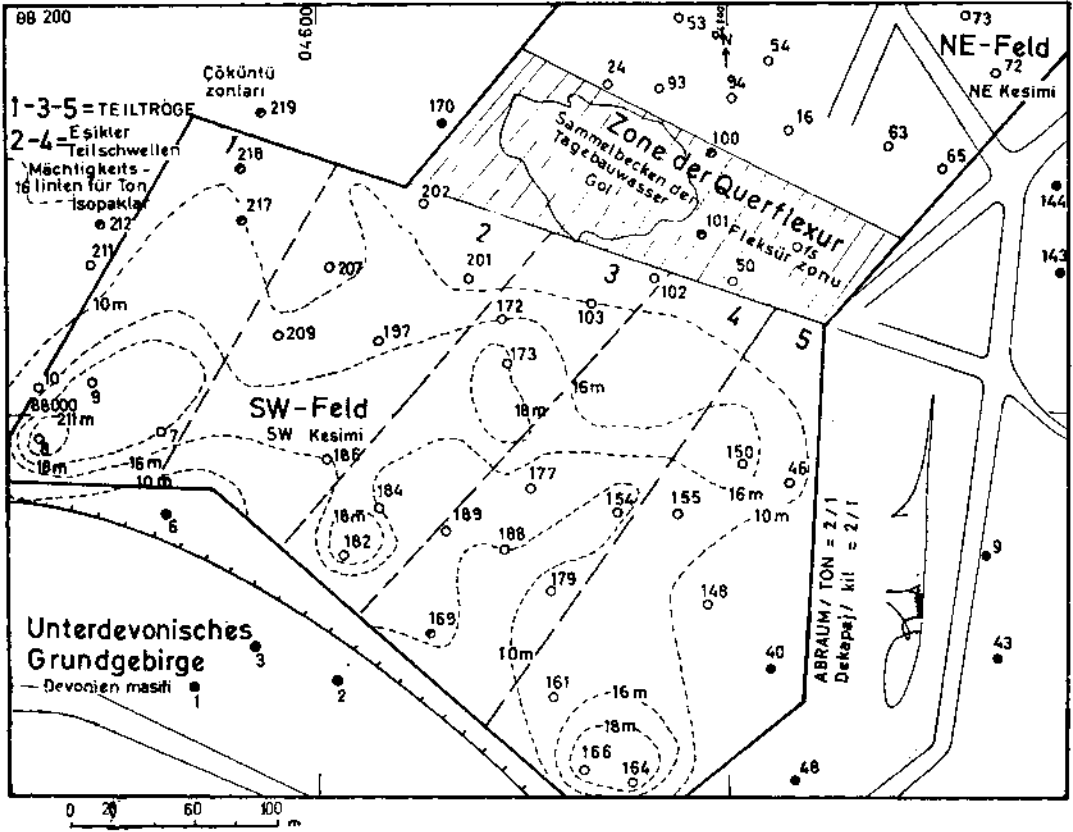
343. *Killerin petrografik sınıflanması.*— Vallendar killerinin teknolojik ve petrografik sınıflanması ve kil çeşitlerinin ortalama $Al_2O_3 - Fe_2O_3$ muhtevası aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

<i>Teknolojik sınıflandırma</i>	<i>Petrografik sınıflandırma</i>	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)
Döküm kumu-bağlayıcı kum	Çok kumlu kil	< 20	0.6 - 1
A-kili	Kumlu kil	20-28	2.5
Pota kili	Yağsız - az kumlu kil	28-32	2.5
Şamot tuğlası kili A-III	Az kumlu kil	32-35	2.5
Şamot tuğlası kili A-II	Plastik kil	35-39	2.5
Şamot tuğlası kili A-I	Çok plastik yağlı kil	39-42	2.5
Kanalizasyon boru kili	Demirli kırmızı kil (lekeli kil)	değişik	> 2.5

35. Vallendar kil yatağının jenezi

Tersiyerin yağışlı ikliminin Alt Devonien masifi üzerinde kalın bir alterasyon örtü meydana getirmesi etüd sahamızdaki kil yataklarının teşekkülünü mümkün kılmıştır. Bu Tersiyer örtüye bugün bile Devonien masifinin aflormanlarında ve kil yataklarının tabanında rastlamak mümkündür. Devonien devrinin stratigrafik jeoloji bölümünde bahsettiğimiz kumlu ve killi kayaçları, bilhassa kumtaşı ve kumlu şistler, kaolinitik kil teşkil edecek şekilde altere olmuştur, primer strüktürlerini kısmen muhafaza etmişler, kısmen de bloklaşarak killi ve kumlu örtü sedimenti içine dağılmışlardır.

Yapılan etüdlere Tersiyer alterasyonu sırasında umumiyetle kuars, muskovit ve klorit ihtiva eden Devonien şistlerinin sadece kloritlerinin pH-şartlarına uyarak, ya montmorillonite veya kaolinite döndüğünü, fakat muskovitin bir değişikliğe uğramadığını göstermiştir. Bunlar en fazla muskovit-illit mineraline dönüşmekte, bu arada açığa çıkan alkaliler, killerin kimyasal bileşimine tesir etmektedirler. Alterasyon bölgesinin aralarında 70 m yükseklik farkı bulunan üç yerinden alınan numunelerin analizi alt zonda değişmemiş Devonien kayaçlarını, orta zonda SiO_2 ve Fe_2O_3 zenginleşmesini ve Al_2O_3 , TiO_2 , CaO, MgO ve alkali azalmasını, üst zonda ise bu azalan oksitlerin tekrar bir araya geldiklerini göstermiştir. Ana kayacın bu oksitlerinin orta zonda yıkanarak üst zonda zenginleşmesine en yüksek oranda Mg-



Şek. 9 - Höhrer Lächer kil havzasının tektonik eskizi.

oksitte rastlamaktayız. Bu da yukarıda bahsettiğimiz klorit alterasyonunun bir neticesidir.

Vallendar kil yatağının petrofasies sınıflanmasını ele alacak olursak, tabandaki oldukça kalın, Devonien alterasyon yüzeyini önce açık renkli killi kum ve kumlu killerin örttüğü görülür. Bunları siyah-kahverenkli bazan koyu gri, humuslu ve çok plastik killer takibeder. Yatağın üst kısmı ise yine açık renkli az plastik killerden ve killi kumlardan meydana gelmiştir. Bunlar ise Miosenin bazalt tüfitleri, Holosenin ponza taşları ve lösleriyle örtülmüşlerdir. Bu tip-profilin çeşitli sebeplerden uğradığı değişiklikleri, yatağın NE ve SW kesimlerinin sahil ve havza fasieslerinin mukayesesinde, bariz olarak görmek mümkündür. Sahil fasiesi killeri daha fazla kumlu ve demirli olup, kalınlıkları da daha azdır. Havza ortası killeri ise maksimum kalınlıkta, organik maddeli, kumsuz ve çok plastiktir. Yatağın NE yarısının toplam kil kalınlığı SW kesimine göre daha azdır. Fakat burada en fazla plastik A-II-killeri çökeldiği halde, SW kesiminde en fazla demirli ve kumlu-yağsız killer çökelmışlerdir. Bu iki kesimin sınırını teşkil eden fay-fleksür zonunda kil kalınlığı birkaç metreye düşecek kadar azalmıştır (Şek. 8).

Kil yatağının NE yarısında yapılan sondaj ve analizler, kumlu killerin kenardan havza ortasına doğru kumsuz ve daha plastik killere dönüştüğünü, Al_2O_3 miktarının % 24 ten % 31 e yükseldiğini, Fe_2O_3 miktarının ise % 2.2 den % 1.5 a düştüğünü göstermiştir. Kenar fasiesin kumsuz, plastik, gri renkli killeri ise, havza ortasına doğru kahverenkli, humuslu ve piritli killere dönüşmektedir. Demir oksit-

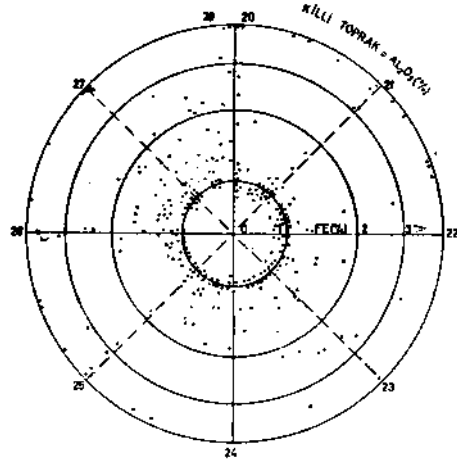
lerle lekeli bir hal almış olan killere de oldukça geniş bir sahaya yayılırlar ve devamlılık gösterirler, hatta fay-fleksür zonunu da geçerek, SW havza kesiminde geniş alanlar kaplarlar. Fakat bu demirli killere stratigrafik bakımdan tek bir horizon teşkil etmezler ve muhtelif seviyelerde bulunurlar.

Havza ortasının bitümlü plastik killere ekivalân olan kumlu ve demirli bir kenar fasiesi mevcut değildir. Halbuki bu husus Al_2O_3 miktarı % 35-38 in altına düşen bütün kil çeşitleri için mevcuttur. Demek ki, bu çok yaşlı killerin sedimentasyonu sırasında havza fasiesi ve sahil fasiesi diye iki ayrı ortam henüz meydana gelmemiştir. Aynı duruma bir defa daha, kil sedimentasyonunun bittiği sırada çökelen ve bütün havzayı örten yağsız kumlu killerde rastlanmaktadır.

Kil yatağının SW kesiminde yapılan sondaj ve analizler yukarıda bahsedilen petrofasies değişikliklerinin bazı farklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Burada görülen havza morfolojisindeki değişiklikler, eşikler ve tali çöküntüler sebebiyle en fazla kil havza ortasında değil, havzayı güneybatıdan sınırlayan fay boyunca çökelmiştir. Yani NE kesiminin aksine olarak en fazla kalınlık kenar fasiesindedir ve buradaki killere kumlu ve yağsızdır. Yağlı plastik killere ise küçük mercerler halinde ayrı ayrı yerlerde çökelmişlerdir. Plastik killerin içinde de bazı kum mercerlerine rastlamak mümkündür. Fasies değişimi ve devamlılığı çok farklı olup, bazan 20-30 m kadar düşmektedir. Bahis mevzuu kum mercerleri çok zaman sililemiş kuarsit konkresyonları meydana getirmektedirler.

Kil çeşitlerinin kalınlık ve dağılımını gösteren fasies haritalarında her kil çeşidinin muayyen bir yere ve muayyen bir zamana bağlı olduğu gayet bariz olarak ortaya çıkmaktadır. Meselâ, havzaya kum nakli daha çok doğudan batıya doğru olmuştur. Kum ve killi kumların yayılma alanı ile gayet plastik A-I - killerin yayılma alanları büyük ölçüde birbirlerini örtmektedirler. Bu da her ikisinin sedimentasyonu arasında büyük bir zaman farkı olduğunu göstermektedir. Nitekim, plastik killere başlayan sedimentasyon, kum ve killi kumlarla son bulmuştur. Plastik A-II-killeri daha çok havzayı güneybatıdan sınırlayan fay hattına paralel bir dağılıma gösterirler. A-III-killeri ise eşikler arasındaki SSW-NNE istikametli tali çöküntü zonlarında yer almışlardır. Çökelmelerin süratli, yani kil kalınlığının fazla olduğu yerlerde, eşik önlerinde ve havza kenarlarında ise daha çok kumlu ve demirli yağsız killere teressüp etmişlerdir.

Şimdiye kadar anlatılan fasies özellikleri bahis mevzuu kil yatağının çok daha büyük bir kil zuhurunun artığı olmadığını, aksine kapalı bir havzada teşekkül ettiğini göstermektedir. Tektonik bakımdan teşekkülünü izah ettiğimiz bu ve buna benzer havzalarda biriken Tersiyer göllerinde Sedimentasyona uğrayan Paleozoik masifin kalın alterasyon örtüsü, kuvvetli akıntıların hüküm sürdüğü havza kenarlarında kumlu çökelti meydana getirmiş, en ince taneli kil materyeli ise sahilden uzaklaşarak havza ortasının yağlı plastik killeri teşkil etmişlerdir. Havza



Şek. 10 - A-killerin bileşimi.

taban morfolojisinin sensedimenter hareketleri fasies devamlılığına tesir etmiş, bazı seviyeler mevzî merccekler halinde kalırken, başka seviyeler akıntı mekaniği şartlarının müsait olmasından bütün havzaya yayılmışlardır.

Kil sedimentasyonun başlangıcında SW-NE doğrultusunda bulunan havza muhakkak ki şimdikinden çok daha küçüktü. Şiddetli sel ve akıntılarla bu havzaya dolan ilk malzeme çabuk ve düzensiz çökmeye ve kuvvetli akıntıya rağmen kumsuz plastik killer meydana getirebilmiştir. Çünkü, hem kumlu olan kısımlar daha çabuk çökmüş, hem de çöken killer akıntılar sebebiyle tekrar suya geçmiş ve bu yıkanmalar kum-kil ayrışmasının tam olmasını mümkün kılmıştır. Bu arada zaten havzada mevcut olan organik madde ve Sediment malzemesinin sel ve akıntılarla dışarıdan getirdiği ağaç ve bitki artıkları killerle karışmış, onları bitümlü hale getirmiş, sonra da piritlenmiştir. Bu çok plastik ve yağlı A-I-killerinin kumlardan ayrılması kısmen havza dışında akarsu vadilerinde başlamış, bunlar muhtelif yatak değiştirme olaylarından sonra havzaya ulaşmıştır. Hızlı sedimentasyon bu killerin demir oksitlerden temizlenmesine zaman bırakmamış, havza fasiesine tekabül eden kumlu bir kenar fasiesi de teşekkül edememiştir.

Bitümlü A-I-killerinin çökmesinden sonra havza asimetrik olarak büyümeye başlamış ve bu arada kendini belli etmeye başlayan ESE-WNW doğrultulu bir fay - fleksür hattı ile ikiye ayrılmıştır. Bu ayrılmadan sonra havza eksenini güneybatı kesimde E-W istikametine dönmüştür. Bu eksen boyunca çökelen A-I-killeri bitümsüz, koyu gri renklidir ve kumlu bir kenar fasiesine eşdeğerdirler.

Gri renkli, plastik A-I-killeri çökelerken, havza güneybatı kenar fayı boyunca Paleozoik masif önünde çökmeye başlamış ve havza genişlemiştir. A-I-killerinin de kalitesi değişmiş, bundan sonra bahis mevzuu kenar fayına paralel bir zonda A-II-killerinin sedimentasyonu başlamıştır. Bu arada kenar fasiesinin kumlu ve demir oksitli killerinin çökeltisi de devam etmiştir.

Daha sonra taban morfolojisindeki değişmeler, eşik şeklinde yükselmeler ve bunlar arasında tali çöküntü havzalarının derinleşmesi vuku bulmuş ve A-III-killerinin teşekkülü başlamıştır. Az kumlu kil çeşitlerinin çökmesini müteakip fasies değişikliğini yaratan şartlar değişmiş, kumlu ve demirli kenar fasiesi genişleyerek bütün havzayı kaplamıştır.

Ana havzanın SW kesimindeki sensedimenter hareketlerin kuvvetli, sedimentasyonun ise hızlı ve düzensiz olması en fazla kumlu-yağsız A-killerinin ve demir oksitçe zengin lekeli killerin teşekkül etmesine sebep olmuştur, NE kesiminin yavaş ve düzenli sedimentasyonu ise burada bilhassa yüksek kaliteli plastik A-II-killerinin çökmesini mümkün kılmıştır.

Havzayı çevreleyen Paleozoik kayaçların, kuzey ve doğuda kuarsit ve kumtaşı, güney ve batıda ise killi şist ihtiva etmesi de killerin havza içindeki petrofasies özelliklerine devamlı tesir etmiştir. Özet olarak denebilir ki, Vallendar kil yatağının jenezi havzanın sensedimenter hareketleri, akıntılar, kaolinitik alterasyon örtüsünün durumu, gravitatik kum-kil ayrışması ile yakından ilgilidir. Sensedimenter tektonizma ile eşiklerin ve bunlar arasındaki tali çöküntülerin meydana geldiği faz, akıntılar dolayısıyla gravitatif zenginleşmenin de vuku bulduğu ve iktisadî kıymeti haiz humusu az, yağlı-plastik killerin teşekkül ettiği devredir. Bu da yatağın jeolojisi ile hammadde teknolojisi arasındaki münasebetlerin temel prensibidir.

4. VALLENDAR KİLLERİNİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Havzanın SW kesiminde yapılan 10 sondajdan alınan 15 adet analiz numunesi bunların teknolojik özelliklerini tespit etmek gayesiyle seramik laboratuvarında incelenmiştir. Numuneler daha çok ince seramikte kullanılma ümidi olan, az demirli, beyaz, kumlu A-killerinden alınmıştır. Numunelerin kimyasal bileşimlerinden sonra termik özellikleri, hat çekmesi, plastisitesi, kuru mukavemeti ve tane büyüklüğü muhtelif deneylerle tespit edilmiştir.

41. Tatbik edilen laboratuvar metodlarına toplu bakış

Killerin mineralojik yapılarına bağlı olarak değişen termik özellikleri dilatometri ve DTA-analizleri ile incelenmiştir. Dilatometri analizinde numuneden kurşun kalem kalınlığında ve 50 mm uzunluğunda deney çubukları kesilmiş ve pişirilmiştir. Pişirmede fırın sıcaklığı 200°C yi buluncaya kadar 10°C/dakika süratle ısıtma yapılmış, sonra bu ısıtma hızı 1 saatte 1000°C yi bulacak şekilde artırılmıştır. Numune çubuğunun termik uzalma ve kısalmaları bu özelliği belli ve lineer olan bir metal çubuğu ile mukayeseli olarak tespit edilmiştir. Bu tespit optik olarak bir fotoğraf plakası üzerinde yapılmıştır. Kildeki serbest kuarsın miktar ve tesirini ölçmek için ise, bazı çubuklar önce 1000°C de pişirilmiştir, sonra dilatometrik olarak incelenmiştir.

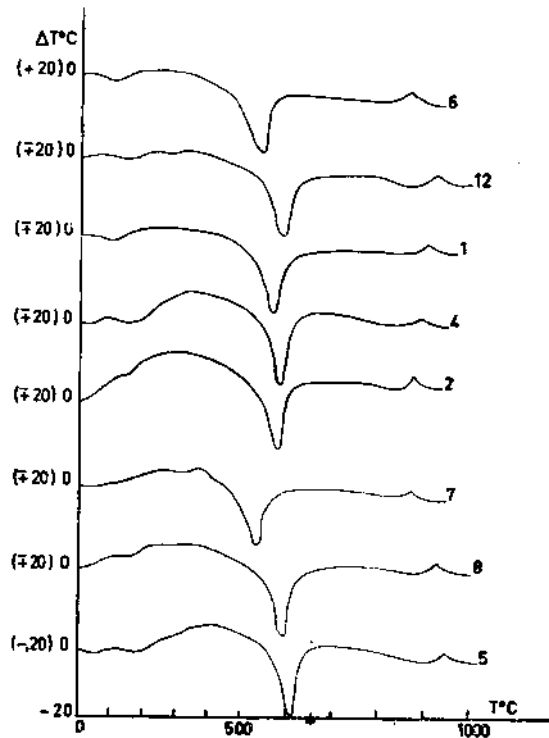
DTA-analizinde takriben 400 mg lık kuru ve elenmiş (<0.2 mm) kil numuneleri 10°C/dakika süratle pişirilmiştir, takriben 2 saatte 1000°C ye ulaşılmıştır. Numune ile pişmiş standart kaolin arasındaki ısı farkı her derecede elektrik enstrümanları yardımıyla grafik halinde tespit edilmiştir.

Kuruma ve pişme küçülmesi ve pişme rengi dikdörtgen plakaların köşegen kısalmalarını ölçerek tespit edilmiştir. Pişme 1050°C ve 1200°C de son bulmuştur.

Plastisite Pfefferkorn aleti ile ölçülmüştür. Numunelerden su miktarı değişik üç ayrı silindir yapılmış, sıkışmadan sonraki boyut değişmesi tespit edilmiş, sıkışma oranı 3.3 olan silindirin su miktarı (yüzdesi) plastisite-sayısı kabul edilmiştir.

Killerin tane büyüklüğü, su da çözülüp kaynatılan numunelerin, meş aralığı 0.063 mm olan eleklerden süzülmesi ile tespit edilmiştir.

Kuru mukavemet, muhtelif numune çubuklarının kırıldığı basınçların kg/cm² olarak ölçülmesi ve bunların ortalamalarının alınması ile tespit edilmiştir.



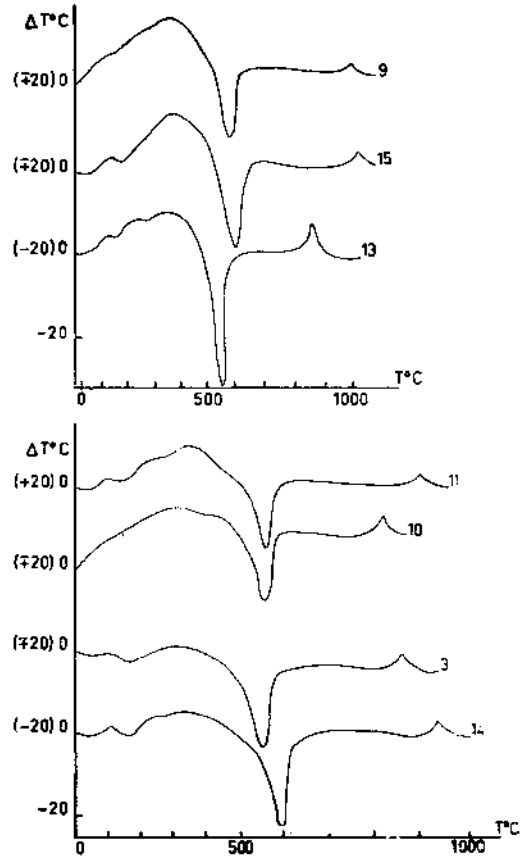
Şek. 11 - Kumlu killerin DTA-eğrileri.

42. Teknolojik analizlerin neticeleri

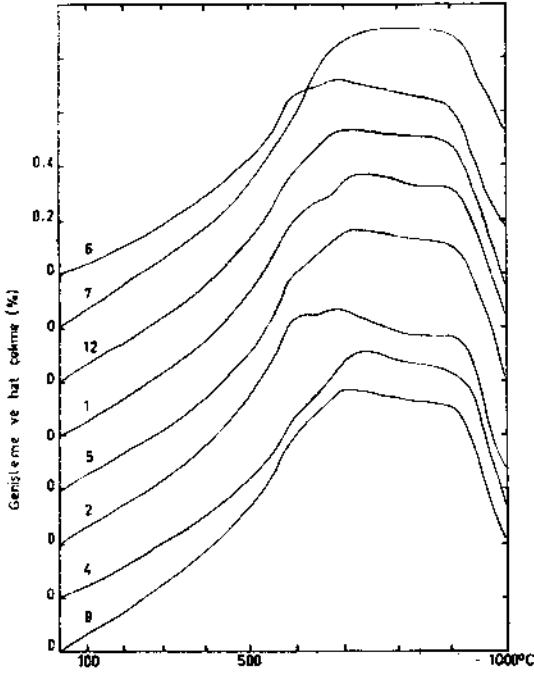
Diferansiyel Termo Analiz (DTA) neticeleri: killerin pişmesi sırasında vuku bulan ekzoterm ve endoterm olaylar, DTA-eğrileri ile tespit edilmişlerdir. Higroskopik suyun buharlaşması ve kaolinit kristali atom şebekesinin parçalanması gibi olaylar endoterm, organik maddelerin ve pirit kristallerinin yanması, amorf fazdan kristallenmeye geçiş gibi olaylara da ekzoterm reaksiyonlardır. 200°de higroskopik suyun buharlaşmasını gösteren endoterm olay, kaolinitçe zengin beyaz A-killerinde pek bariz değildir; nispeten bariz olduğu zaman bu killerin fire-clay ve biraz illit ihtiva ettikleri kabul edilebilir, 300-400°C arasında yavaş yavaş vuku bulan ekzotermik olay organik maddelerin, tam 400°C de ani ısı artışı ise piritin pişmesini göstermektedir. Buna da bilhassa yağlı plastik killerde rastlanmaktadır. 500°-600°C arasındaki ana endoterm olay kaolinit - atom şebekesinin parçalanması ve iki molekül kristal suyunun ayrılması ile ortaya çıkmaktadır. Bu olay p-kuars kristalinin a - modifikasyonuna dönüşü olayı ile aynı zamanda vuku bulmaktadır. Olayın erken ortaya çıktığı duruma fire-clay mineralinin bulunduğu veya kumun çok ince taneli olduğu numunelerde rastlanmıştır. Parçalanmış kaolinitin, ısı yükselince a- Al₂O₃ kristali teşkil etmeye başlaması da 900°C de rastlanan ekzoterm olayını meydana getirmektedir (Şek. 11-12).

Dilatometri eğrileri beyaz, kumlu killerin 600°C ye kadar devamlı bir genişlemeye maruz kaldıklarını göstermektedir. Genleşme 500-600°C arasında a-kuars-a-kuars değişiminin hacim artmasına sebep oluşu dolayısıyla daha süratlidir. Düşük sıcaklıkta su kaybı dolayısıyla bir anomali görülmemesi, bu killerin kumunun fazla, illit ve fire-clay mineralinin de az olmasındandır ve kaolinitik killer için normaldir. Kaolinitin hat çekmesi 600-700°C arasında vuku bulmakta, 900°C den sonraki küçülme ise mika moleküllerinin parçalandığını göstermektedir. Yağlı plastik killerin büyük miktarlarda illit, mika ve fire-clay ihtiva etmesi bunların dilatometri eğrilerinde meydana getirdikleri muhtelif anomalilerde belli olmaktadır. Numunelerin serbest kuars miktarını tayin için yapılan dilatometri deneyleri beyaz killerin % 40 oranında, plastik killerin ise % 15-25 arasında kumlu olduklarını ortaya koymuştur (Şek. 12, 14, 15).

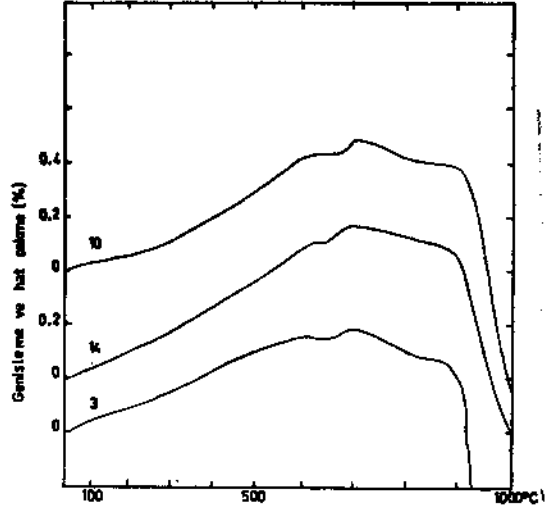
Beyaz kaolinitik killerin kuruma küçülmesi % 5.3, az kumlu killerin % 7.7 ve çok plastik, yağlı killerin ise ortalama % 8.4 civarındadır. Bu değerlerin normalin üstünde bulunması killerin çok ince taneli olmasındandır. Pişme küçülmesi



Şek. 12 - Yağlı killerin DTA-eğrileri.



Şek. 13 - Kumlu killerin DS-egrileri.



Şek. 14 - Az kumlu pota killerin DS-egrileri.

1200°C de kaolinitik killerde % 4.7 olup, azdır. Bunun da sebebi kuars muhteva-sının tesiridir. Az kumlu killer aynı derecede % 8.2, plastik yağlı killer ise % 8.9 pişme küçülmesi göstermektedirler. Bu değerlerin yüksek olmasına yağlı killerin humus ihtiva etmesi sebep olmaktadır. Kumlu, kaolinitik killerin 1050°C de pişme rengi beyaz, 1200°C de açık sarıdır. Az kumlu ve plastik killer ise 1050°C de krem, 1200°C de ise kahverenk vererek pişmektedir.

Elek analizleri kaolinitik killerin % 90 ının 0.063 mm den küçük tanelerden meydana geldiğini göstermiştir. Elek bakiyesi % 1.8 ve % 9.1 arasında değişmektedir. Bu da kaolinitik killerdeki serbest kumun gayet ince taneli olduğunu göstermektedir.

Plastisite deneylerinde şekillenme için gerekli su miktarı kaolinitik killerde %31, az kumlu killerde % 40, yağlı plastik killerde ise %44 olarak tespit edilmiştir. Makine ile şekillenme kabul edilir ve sıkışma oranı 2.2 alınrsa, plastisite sayıları yukarıdaki sırayla % 28, % 39 ve % 40 olmaktadır. Bu yüksek değerler kaolinitik killerin ince taneliği ve yağlı killerin az kuars ihtiva etmesiyle izah edilebilir.

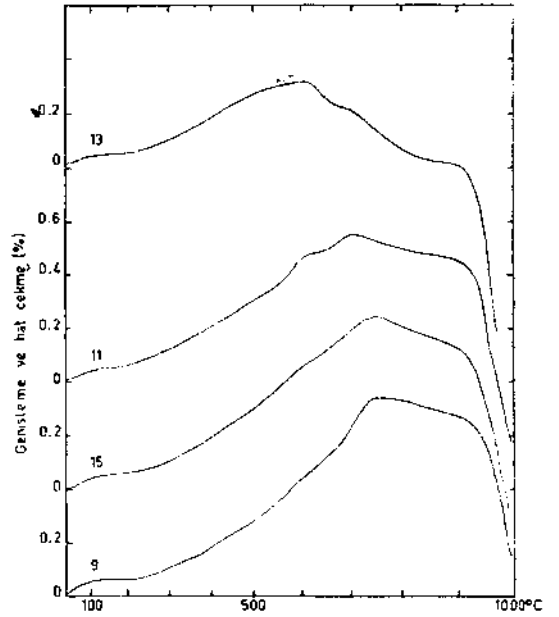
Kuru mukavemet ortalama olarak kaolinitik killer de 13.3 kg/cm², az kumlu killerde ise 14.5 kg/cm² dir. Kurutma 40°C de vuku bulursa, bu değerler 21.3 kg/cm² ve 23.2 kg/cm² ye yükselmektedir. Bu değerler bahis mevzuu beyaz killerin ince seramikte kullanılmaları için normaldir.

Ateşe dayanıklılık kaolinitik killerde ortalama 28-29, az kumlu killerde 30-32, plastik killerde 33-34, demirli killerde 28-29 arasında değişmektedir.

Al₂O₃ miktarı % 28 in üzerinde olan az kumlu ve yağlı killer gerek mineralojik bileşimleri, gerekse teknolojik özellikleri (ince tanelilik, yüksek plastisite ve

ateşe dayanıklılık) bakımından, şamot tuğlası endüstrisinde hem bağlayıcı, hem de refrakter kil olarak kullanılabilirler. Bunların ancak pirit ve organik madde ihtiva edenleri düşük kalitelidir.

Kaolinitik killer pişmeye ve kurumaya karşı hassas olup, ince seramikte şartlı olarak kullanılabilirler. Bunlar 300°C ye kadar gayet yavaş ve dikkatli pişirilmelidir. Pişme 1050°C de sona ererse çok az poröziteli, sağlam, erken sinterleşen, beyaz bir çanak meydana gelmektedir. Daha yüksek derecelerde pişme rengi koyulaşmaktadır. Bu killerin ince seramikte kullanılmalarına mâni olan bir özelliği de döküm kabiliyetlerinin olmayışdır. Döküm özelliği mikalı killerin ancak bir tek numunesinde tespit edilebilmiştir.



Şek. 15 - Yağlı killerin DS-eğrileri.

43. Teknolojik özellikler ve mineralojik bileşim arasındaki bağlantılar

Beyaz kaolinitik killerin havza kenarından merkezî kısımlara doğru gidildikçe daha az kuars ihtiva etmesi, bu kuarsın da daha ince taneli hale gelmesi, kenar fasiesinde bol olan mikanın havza fasiesinde illit ve fire-clay mineraline dönüşmeleri, killerin jeoloji-mineraloji ve teknolojileri arasında mühim bağlantıların olduğunu göstermektedir. Kaolinit fire-clay ve mika-illit tersleşmesi, aynı kil çeşidinin plastisite, hat çekme ve döküm özelliklerinin jeolojik duruma göre, diğer bir tabirle bahis mevzuu kilin çökeldiği yere ve zamana uygun olarak değişmesine sebep olmaktadır. Yavaş bir sedimentasyon sonunda teşekkül eden az kalınlıktaki kaolinitik killer daima bir miktar fire-clay ve illit ihtiva etmektedirler, dolayısıyla kuars ve mika ihtiva eden ve hızlı bir sedimentasyon sonucu çökelmiş aynı cins killerden daha ince taneli ve daha plastiktirler.

Az kumlu ve plastik killerin kuars iriliği ve muhtevası ile mika ihtiva edip etmemesi, havza kenarına olan mesafe ile değişmektedir. Bütün kil çeşitlerinde demir oksit dağılımını gösteren eğrilerin de havza kenarlarına paralel olduklarını göstermiştik. Tektonik ve jeosimik olayların mineralojik bileşime ve killerin teknolojik özelliklerine yaptığı etkileri rezerv hesaplarında da kantitatif olarak görmek mümkündür. Böylece yatağın iktisadî kıymetini tayin eden faktörler de çeşitli ayrıntılarıyla ortaya konmuş bulunmaktadır.

5. ÖZET VE NETİCELER

1. Çalışmalara etüd sahasının 1: 10 000 lik jeolojik haritasının yapılması ile başlanmış ve sahanın tamamını kaplayan, toplam kalınlığı ise 3000 metreyi bulan Alt Devonienin kumlu ve killi klastik fasiesi, kalınlığı az harita birimlerine ayrılmıştır. Bu da ancak karakteristik tabakaları ve bunların içinde buldukları seri-

leri ince stratigrafik kesitlerle incelemek ve mukayese etmek sonunda mümkün olmuş, bu mukayese neticeleri mikroskopik etüdlerle de teyit edilmiştir. Harita birimlerine hâkim olan sedimentasyon, istikameti ve fasies değişiklikleri sebepleriyle izah edilmiştir.

2. Karakteristik tabakalı serilerin ve eklem sistemlerinin, istatistik ve tektonik analizleri yardımıyla sahanın orojenetik yapısı incelenmiş, bu yapının Ren masifinin hâkim strüktürüne uymayan özellikleri ve bunların sebepleri izah edilmiştir. Sahada görülen cevher filonları ve fay zonları tespit edilmiş, bu faylanmanın Tersiyerde tekrar aktif hale gelerek, kil havzalarının teşekkülünü mümkün kıldığı ortaya konmuştur.

3. Etüd sahasında ve geniş çevresinde bulunan kil zuhurları üç ayrı gruba ayrılmış, bu zuhurların sıralandığı büyük çöküntü havzalarının tektonik teşekkülü izah edilmiştir. Küçük, kapalı bir kil havzası misal olarak ele alınarak böyle bir havzada vuku bulan sedimentasyonun tektonizma ve jeoşimik olaylarla nasıl değiştiği çok sayıda sığ sondajlarla incelenmiş, toplam rezervi 1.5 milyon tonun üstünde olan yatakta çökelmiş bulunan muhtelif kil çeşitleri tespit edilmiş, bunların kimyasal ve mineralojik bileşimi, teknolojik özellikleri ve jeolojik teşekkülleri arasındaki mevcut bağlantılar ortaya konmuştur.

Neşre verildiği tarih 16 Şubat, 1968

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- AHRENS, W. (1960) : Die Lagerstaetten nutzbarer Steine und Erde im Westerwald. *Zeitschr. deutsch.-geol. Ges.* 112, 2. Teil, s. 238-252, 3 Abb.
- BÖTTKE, H. (1963): Die Tonlagerstaette der Höhrer Löcher bei Vallendar Rhein, am Ostrand des Neuwieder Beckens. *Notizbl. Hess. L. Ant. f. Bodenf.* 91, 9 Abb. 14 Tab. 3 Taf., Wiesbaden.
- LEHNHAEUSER, W. (1966): Dilatometer-Arbeiten im keramischen Bereich. Heft 3, s. 5/1966.
- PILGER, A. (1952a) : Tektonik, Magmatismus und Vererzung. Zusammenhaenge im ostrheinischen Schiefergebirge. *Z. d. geol. Ges.* 104, s. 198-218, 3 Abb. Hannover.
- (1952b) Zur Gliederung und Kartierung der Siegener Schichten I, II.
I. leitschichtenpartien als Kartierungsgrundlage.
II. Rauhflasenschichten zwischen Siegen und Wissen. *Geol. Jb.* 66, s. 703-722, Hannover.
- SİNGER, F. (1964): Industrielle Keramik, 1. Band. *Rohstoffe*, 542 s., 121 Abb. *Berl. Gött.*, Heidelberg.